

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-МЕТОДИЧНА
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ

АКТУАЛЬНІ НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ ТА
МАТЕМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Конференція присвячена 90-річчю заснування кафедри фізики та
кафедри вищої математики ім. проф. Можара В.І.



26-27 травня 2020 р.

КИЇВ НУХТ 2020

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES**

**ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL
INTERNET CONFERENCE**

**ACTUAL SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL PROBLEMS OF PHYSICS
AND MATHEMATICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

**The conference is dedicated to the 90th anniversary of the Department of
Physics and the Department of Higher Mathematics. prof. Mozhar V.I.**

26 to 27 May 2020

KYIV NUFT 2020

Матеріали Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції «Актуальні науково- методичні проблеми фізики та математики у закладах вищої освіти», 26-27 травня 2020 р.– К.: НУХТ, 2020 р. – 187 с.

Конференція присвячена 90-річчю заснування кафедри фізики та кафедри вищої математики ім. проф. Можара В.І.

Видання містить матеріали Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції «Актуальні науково-методичні проблеми фізики та математики у закладах вищої освіти». На конференції розглянуті сучасні математичні методи в інженерних задачах, сучасні проблеми фізики та нові методи їх досліджень, а також методичні проблеми викладання фізики та математичних дисциплін у вищій школі. У матеріалах висвітлено шляхи і методи інтенсифікації навчального процесу й вплив новітніх наукових розробок на формування майбутніх фахівців.

Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Methodological Internet Conference "Actual Scientific and Methodological Problems of Physics and Mathematics in Higher Education Institutions", 26 to 27 May, 2020 – K.: NUFT, 2020 – 187 p

The conference is dedicated to the 90th anniversary of the Department of Physics and the Department of Higher Mathematics. prof. Mozhar V.I.

The publication contains materials of the All-Ukrainian scientific and methodological Internet conference "Actual Scientific and Methodological Problems of Physics and Mathematics in Higher Education Institutions." The conference discusses modern mathematical methods in engineering problems, modern problems of physics and new methods for their study, as well as methodological problems of teaching physics and mathematical disciplines at the university. The materials highlight the ways and methods of intensifying the educational process and the impact of the latest scientific developments on the formation of future specialists.

Редакційна колегія:

А.І. Українець, ректор Національного університету харчових технологій, доктор технічних наук, професор;
О.Ю. Шевченко, проректор з наукової роботи НУХТ, доктор технічних наук, професор;
О.А. Бойчук, член-кор. НАНУ, доктор фізико – математичних наук, професор;
Р.В. Дінжос, проректор із науково-педагогічної роботи Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського, доктор технічних наук, професор;
В.Г. Самойленко, завідувач кафедри математичної фізики Національного університету ім. Тараса Шевченка, доктор фізико-математичних наук, професор;
В.Д. Кошманенко, провідний науковий співробітник відділу математичної фізики Інституту математики НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор;
М.В. Працьовитий, завідувач кафедри вищої математики НПУ ім. М.П. Драгоманова, директор Фізико-математичного інституту, доктор фізико-математичних наук, професор;
Т.Г. Січкач, професор кафедри загальної та прикладної фізики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, кандидат фізико-математичних наук, доцент;
О.В. Гнатовський, старший науковий співробітник відділу лазерної спектроскопії Інституту фізики НАН України, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник;
І.І. Юрик, завідувач кафедри вищої математики імені професора Можара В.І. НУХТ, кандидат фізико-математичних наук, професор;
С.І. Літвинчук, завідувач кафедри фізики НУХТ, кандидат технічних наук, доцент;
А.В. Форсюк, декан факультету автоматизації і комп'ютерних систем НУХТ, кандидат технічних наук, доцент;
Н.М. Грегірчак, декан факультету біотехнології та екологічного контролю НУХТ, кандидат технічних наук, доцент;
В.Є. Носенко, доцент кафедри фізики НУХТ, кандидат фізико-математичних наук, доцент, старший науковий співробітник;
О.П. Зінкевич, доцент кафедри вищої математики імені професора Можара В.І. НУХТ, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Рекомендовано вченою радою НУХТ.

Протокол № 9 від «17» березня 2020р.

Матеріали конференції видано в авторській редакції

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ І. МАТЕМАТИКА

Владислав Спашиба, Іван Юрик. Кафедрі вищої математики

ім. професора Можара В.І. 90.....11

ПІДСЕКЦІЯ І.1. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧАХ

Анатолій Баранник, Тетяна Баранник, Іван Юрик. Про точні розв'язки
нелінійних рівнянь гіперболічного типу.....14

Ivan Yuryk. Exact solutions of a system of Euler equations.....16

Юрій Абросов, Володимир Максимюк. Про деформування довгої
циліндричної оболонки суперколового поперечного перерізу.....18

Степан Бабич, Вікторія Корнієнко, Сергій Дегтяр. До задачі
поширення поверхневих хвиль Релея вздовж криволінійних поверхонь
попередньо напружених тіл.....20

Валентин Біленко, Катерина Божонок. Поліноміальне наближення
розв'язків диференціальних рівнянь з дробовими похідними.....22

Тетяна Зінченко. Проблеми знаходження розв'язків нелінійних .
рівнянь регресії в задачах багатофакторної оптимізації.....24

Олексій Зінкевич, Володимир Сафонов, Олександр Нецадим. Аналіз
впливу сил поверхневого натягу на деформацію в'язкого еліптичного
циліндра.....26

Роман Ковальчук, Наталія Сокульська. Математичне моделювання
нестационарних процесів у вантажопідіймальних стрілових кранах.....28

Тетяна Криворот. Математичні методи у електродинамічних задачах.....29

Сергій Кривошея. Періодична крайова задача для матричного
рівняння Ріккати.....31

Іван Ластівка, Анатолій Богатирчук. Розрахунок напружено-
деформованого стану композитних оболонок з отворами методом
скінченних елементів.....32

Наталія Майко. Вагові оцінки точності сіткового методу для
диференціального рівняння з дробовою похідною.....33

Володимир Мейш, Юлія Мейш. Моделювання процесів нестационарних
коливань тришарових циліндричних оболонок з кусково-однорідним
заповнювачем.....35

Oksana Mulyava. On the composition of probability laws.....36

Олена Накемній. Математичне моделювання як спосіб формування
пізнавальної діяльності студентів.....37

<i>Олександр Нещадим, Олексій Зінкевич, Володимир Сафонов.</i>	
Математична модель плоского деформування в'язкопружних матеріалів абелівського типу.....	39
<i>Ольга Островська, Роман Якимів.</i> Про ізометрії, пов'язані деформованими комутаційними співвідношеннями.....	41
<i>Любов Павлюк.</i> Методи розв'язування інженерних задач з енергозбереження.....	42
<i>Валерія Пахненко, Артем Коваленко.</i> Математична модель літального апарату.....	44
<i>Андрій Рябо, Володимир Толмачов.</i> Генетичний алгоритм у фізичних та інженерних задачах.....	46
<i>Ольга Сафонова.</i> Точкова розривність та деякі різновиди квазінеперервності.....	48
<i>Богдан Сокіл, Марія Сокіл, Наталія Сокульська.</i> Вплив імпульсних збурень на крутильні коливання нелінійно пружних тіл.....	49
<i>Станіслав Спічак.</i> Класифікація реалізацій алгебр Лі векторних полів на окружності.....	51
<i>Станіслав Спічак, Валерій Стогній, Інна Копась.</i> Групова класифікація класу $(2+1)$ -вимірних лінійних рівнянь ціноутворення . азійських опціонів.....	52
<i>Євген Сторожук.</i> Розрахунок на стійкість овальної циліндричної оболонки для лінійного моментного докритичного стану.....	53
<i>Ганна Циганкова.</i> Методика розрахунку розподілу густини струмів в електропровідному дископодібному роторі електродинамічного гальма.....	54
<i>Наталія Ярецька.</i> Передача навантаження від пружного кільцевого штампа до пружного півпростору з початковими (залишковими) напруженнями.....	56

ПІДСЕКЦІЯ І.2. МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

<i>Oleksandr Shkolnyi, Yurii Zakhariichenko.</i> New approach to thematic preparation for EIA in mathematics: geometry.....	59
<i>Наталія Арнаута.</i> STEM як сучасний напрямок інноваційного розвитку природного-математичної освіти.....	61
<i>Olena Bilous.</i> Implementation of technologies of distance learning in the study of mathematical disciplines.....	62
<i>Юлія Васютинська.</i> Дистанційна форма організації навчального процесу: переваги та недоліки.....	64
<i>Наталія Верпатова.</i> Особлива роль курсу «Числові системи» у професійній підготовці вчителя математики.....	65
<i>Марина Віра.</i> Огляд онлайн-сервісів з метою впровадження дистанційного навчання математики під час вимушеного карантину.....	67

<i>Тетяна Каганцова. Організація роботи математичного гуртка в закладі позашкільної освіти.</i>	68
<i>Олена Каруну, Тетяна Олешко, Валерія Пахненко. Про викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії іноземним студентам технічних спеціальностей НАУ.</i>	70
<i>Iryna Kovalska, Olena Radzievska. The Formation of Skills in Applying the Concepts of Limit Function to Physical and Derivative of a Tasks.</i>	72
<i>Наталія Кузьмінська, Олена Радзівська. Вплив математики на розвиток економіки.</i>	73
<i>Іван Ластівка, Інна Кудзіновська, Вікторія Трофименко. Проблеми організації самостійної роботи студентів в умовах сьогодення.</i>	75
<i>Володимир Листопад. Про розв'язування систем лінійних рівнянь методом Жордана –Гауса з використанням інформаційних технологій.</i>	77
<i>Христина Ліщинська, Надія Гузик, Богдан Сокіл. Способи підвищення якості математичної освіти у вищих військових навчальних закладах.</i>	79
<i>Максим Лутфуллін. Взаємозв'язок дедукції та індукції у викладанні математики у вищій школі.</i>	81
<i>Олег Мазур. Про деякі особливості викладання вищої математики в сучасних умовах.</i>	83
<i>Руслана Ненька. Аналіз статистичних показників тестових завдань в середовищі дистанційного навчання MOODLE.</i>	84
<i>Оксана Ніколаєва. Переваги та недоліки дистанційного навчання в ВНЗ.</i>	86
<i>Олександр Пархоменко, Вікторія Біла. STEM-студія «Пригоди детектива» як засіб підвищення зацікавленості учнів до вивчення математики.</i>	87
<i>Геннадий Полетаев, Наталия Клименко, Максим Кравчук. Методика применения формул решения парных уравнений с векторным произведением неизвестного.</i>	89
<i>Віктор Репета, Яна Лепська. Застосування нерівності Коші до дослідження функцій багатьох змінних на екстремум.</i>	91
<i>Олександр Рибальченко, Петро Зінькевич, Олексій Зінькевич. Знаходження екстремуму функції.</i>	93
<i>Вікторія Романенко. Застосування китайської методики викладання вищої математики в українських вищих навчальних закладах.</i>	95
<i>Володимир Сафонов, Олексій Зінькевич, Олександр Нецадим. Про математичну підготовку здобувачів вищої освіти.</i>	97
<i>Любов Фігурська. Використання системи прикладних задач для формування математичної компетентності студентів технічного коледжу.</i>	98

<i>Єгор Фузік, Петро Зінькевич, Олексій Зінькевич. Поняття про математичну мову.....</i>	100
<i>Лариса Халанчук. Математичне моделювання як засіб підвищення освітнього рівня підготовки здобувачів вищої освіти.....</i>	102
<i>Сергій Шевцов, Наталія Грудкіна, Михайло Чиримней. Математичне моделювання студентами в курсі математики.....</i>	104
<i>Петро Якимчук, Петро Зінькевич, Олексій Зінькевич. Скалярний добуток при знаходженні найбільшого значення функції.....</i>	106

СЕКЦІЯ II. ФІЗИКА

<i>Світлана Літвинчук. Кафедра фізики НУХТ: з часів заснування до сьогодення.....</i>	109
---	-----

ПІДСЕКЦІЯ II.1. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ ТА НОВІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Inna Hutsalo, Svitlana Litvynchuk. The method of raw identification containing plant raw materials and products of its processing with the use of near-infrared Spectroscopic.....</i>	114
<i>Надія Боліла, Нінель Форостяна. Дослідження реологічних властивостей катрана модульним комплексом «МИГ».....</i>	115
<i>Олександр Бурмістров, Галина Шатковська, Світлана Літвинчук. Використання фізико-хімічних методів для очищення води та їх вплив на організм людини.....</i>	117
<i>Володимир Вишняк. Інфрачервона спектроскопія поглинання бджолиного воску.....</i>	119
<i>Александр Владимировский, Игорь Владимировский. Развитие методик определения тепловых потерь через изоляцию трубопроводов централизованного теплоснабжения без отключения потребителей тепловой энергии.....</i>	120
<i>Борис Грудинін. Реєстрація відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеороїдів в радіодіапазоні.....</i>	122
<i>Інна Гуцало, Світлана Літвинчук. Використання методу ядерного магнітного резонансу в харчовій промисловості.....</i>	125
<i>Михайло Лазаренко, Катерина Гнатюк, Олександр Алексєєв, Максим Лазаренко, Роман Дінжос. Фазові переходи нанокристалів 1-октадецену у пористих матрицях силікагелю з модифікованими поверхнями.....</i>	126
<i>Михайло Лазаренко, Тарас Січкара, Володимир Заболотний. Релаксаційні процеси в радіаційно модифікованому каучуці СКМС.....</i>	128
<i>Світлана Літвинчук, Володимир Вишняк, Володимир Носенко, Катерина Андрієнко, Олександра Лукіяник. Використання ближньої інфрачервоної спектроскопії для аналізу харчових продуктів.....</i>	130

<i>Світлана Літвинчук, Інна Гуцало, Сергій Тарасенко. Застосування методу. ІЧ-спектроскопії для аналізу якості м'яса та фаршу.....</i>	<i>131</i>
<i>Наталія Медвідь, Олександр Гнатовський. Аподизація апертури в дифракційних вимірюваннях.....</i>	<i>133</i>
<i>Наталія Медвідь, Олександр Гнатовський. Дифракційна решітка із змінним профілем штриха.....</i>	<i>135</i>
<i>Артем Московець, Оксана Венгер, Михайло Бик. Створення батареї на алюміній-повітряній основі.....</i>	<i>137</i>
<i>Тамара Носенко, Володимир Носенко. Використання мікрохвильової обробки сировини як метод інтенсифікації технологічних процесів.....</i>	<i>139</i>
<i>Раміс Расулов, Роман Романенко. Визначення вмісту сухих речовин в меді за неповної кристалізації методом відриву кільця.....</i>	<i>141</i>
<i>Аліса Степчук, Оксана Венгер. Визначення коефіцієнта пружності харчових. желатинових продуктів.....</i>	<i>144</i>
<i>Сергій Тарасенко, Світлана Літвинчук, Володимир Носенко. Нові властивості параметричних вимірювальних перетворювачів для прогнозування змін в часі харчової продукції та поточного контролю її структурних змін.....</i>	<i>145</i>
<i>Нінель Форостяна, Галина Михайлова, Юлія Гілевич. Дослідження теплопровідності об'ємних наповнювачів для ковдр.....</i>	<i>147</i>
<i>Наталія Чубак. Спектри ІЧ-відбивання монокристалів нітриду галію.....</i>	<i>148</i>
<i>Світлана Шаповал, Нінель Форостяна. Дослідження структурно-механічних властивостей модульним комплексом «МИГ».....</i>	<i>150</i>

ПІДСЕКЦІЯ II.2. МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ

<i>Світлана Літвинчук. Георгій Георгійович Де-Метц – видатний вчений, методист та засновник кафедри фізики НУХТ.....</i>	<i>153</i>
<i>Артем Антипов, Степан Величко, Роман Лопаткін. Ресурс «Фізика легко» як чинник розвитку навчально-пізнавальної діяльності школярів у процесі вивчення природничих дисциплін.....</i>	<i>156</i>
<i>Іван Горбачук, Сергій Пудченко. Проблеми та пошук можливостей підготовки висококваліфікованих фахівців у період глобалізації.....</i>	<i>159</i>
<i>Альона Дяденчук, Наталя Пшенична. Міждисциплінарні зв'язки фізики та хімії при розв'язуванні задач підвищеної складності.....</i>	<i>161</i>
<i>Наталія Куриленко. Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія у закладах вищої освіти.....</i>	<i>162</i>
<i>Світлана Літвинчук, Володимир Носенко, Галина Шатковська. Формування конкурентноздатності майбутніх технологів при вивченні дисципліни «Фізика» для харчових технологій».....</i>	<i>164</i>
<i>Діана Подгорнова, Євген Тищенко, Богдан Сусь. Проблеми гравітаційного притягування тіл.....</i>	<i>167</i>

<i>Михайло Растьогін. Роль всесвітніх науково-дослідницьких центрів у процесі підготовки вчителів до реалізації основних положень стандарту загальної середньої освіти.....</i>	<i>170</i>
<i>Андрій Рябко, Володимир Толмачов. Генетичний алгоритм у фізичних та інженерних задачах.....</i>	<i>172</i>
<i>Віталій Савченко. Дистанційне навчання фізики: проблеми наступності і генетичної спорідненості з класичною дидактикою.....</i>	<i>174</i>
<i>Микола Садовий, Олена Трифонова, Наталія Крамаренко. Проблеми розвитку інформаційно-цифрової компетентності при навчанні фізики за професійним спрямуванням.....</i>	<i>176</i>
<i>Оксана Семерня. Методика викладання фізичної екології у вищій школі.....</i>	<i>178</i>
<i>Богдан Сусь. Навчання з фізики в умовах карантину у військовому інституті телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут.....</i>	<i>180</i>
<i>Галина Шатковська, Світлана Літвинчук. Інноваційна діяльність та фундаменталізація освіти ЗВО.....</i>	<i>182</i>
<i>Галина Шатковська, Світлана Літвинчук. Сучасні тенденції розвитку науки і виробництва та завдання інженерно-технічної підготовки.....</i>	<i>184</i>

СЕКЦІЯ І

МАТЕМАТИКА

Кафедрі вищої математики ім. професора Можара В.І. 90

Владислав Спашиба, Іван Юрик

Національний університет Харчових технологій



Створена у 1930 р. одночасно із заснуванням Київського інституту цукрової промисловості (КІЦП). В його штаті розпочали свій творчий шлях 6 фундаментальних кафедр і серед них кафедра вищої математики, яка є однією із тих, що не змінила своєї назви за 90 років.

У той час у Всеукраїнській Академії Наук (ВУАН) активно працювала плеяда геніальних математиків: М. Кравчук, Д. Граве, М. Крилов та інші. Вони зробили вагомий внесок у розвиток світової математичної науки і поставили українську математичну школу на один рівень з найкращими науковими школами світу. ВУАН постійно готувала науково-педагогічні кадри для вищих навчальних закладів (ВНЗ) України, і одним з найталановитіших учнів академіка М. Кравчука був Можар Володимир Іванович, який і став першим завідувачем кафедри.

Всебічно обдарований і високоосвічений в різних галузях науки і культури проф. Можар без сумніву належав до інтелектуальної творчої еліти українського народу. За свідченням рідних і близьких він вільно володів декількома іноземними мовами: англійською, німецькою, французькою та ін. Аналізуючи тільки ті роботи, які збереглися до сьогодні, приходиш до висновку, що кафедра вищої математики в той час працювала надзвичайно результативно і на високому рівні. Так, за період з 1930-36 р.р. кафедра підготувала і видала два посібники з вищої математики українською мовою.

У 1937р. Можар від'їхав до Москви для доповіді своєї роботи на науковому семінарі, проте 27.04.1937р. був заарештований органами НКВС, як активний учасник націонал-фашистської терористичної організації. а 9 листопада 1937 року розстріляний. Так, тільки за просування українізації на злеті розквіту життєвих і творчих сил, на тридцять сьомому році життя обірвалася діяльність талановитого математика, визначного педагога, першого завідуючого кафедри вищої математики проф. Володимира Івановича Можара. Місце його могили на сьогоднішній день не відоме. 03.08.1956 року справу було переглянуто і Володимир Іванович був повністю реабілітований

Трагічно закінчився перший період (1930-1937р.р.) надзвичайно високих науково-методичних досягнень колективу кафедри. Після цього над кафедрою пронісся процес руйнації і всі попередні досягнення були перекреслені.

В 1974 р. кафедру очолив доцент Побиванець І.П. Він багато уваги приділяв кадровій політиці. За 20-ти річний період роботи кафедри під керівництвом доцента Побиванця її штат постійно зростав і збільшився майже у два рази. Кафедра значно „омолодилася“ і були роки, коли найстарший викладач мав всього 50 років. Суттєві зміни в роботу кафедри приніс закон „Про державну мову“. На кафедрі був підготовлений посібник з математики державною мовою, який виграв всеукраїнський конкурс і який

побачили студенти та педагоги України в 1993 р.: В.П. Дубовик, І.І. Юрик, Вища математика. Навч. посібник.- К: Вища школа. Це перший посібник українською мовою для студентів технічних і технологічних вузів, який витримав багато перевидань з загальним тиражем понад 100 тис. і яким користуються студенти вузів по всій Україні. Протягом року колектив кафедри під цей посібник підготував збірник задач, який вийшов з друку тільки 1999, дякуючи зусиллям вже нового завідувача кафедри професора Мартиненка М.А. Під його керівництвом, опираючись на значний попередній досвід підготовки широкого кола методичних розробок кафедра після 1994 взяла напрямом на підняття методичної роботи на наступний вищий фаховий рівень. Робота колективу була спрямована на підготовку навчальних посібників і підручників, зокрема, з теорії ймовірностей та математичної статистики, математичного програмування і теорії функцій комплексної змінної. Сьогодні, завдяки наполегливості Мартиненка М.А. кафедра вищої математики НУХТ носить ім'я професора Можара В.І.

В 2017 р. кафедру очолив професор Юрик І.І. Кафедра одразу взяла курс на використання попереднього педагогічного досвіду колективу і успішно продовжила працювати над усіма переліченими вище основними напрямками науково-методичних досліджень. Викладачі кафедри працюють на всіх факультетах університету і забезпечують викладання наступних навчальних дисциплін: «Вища математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Теорія ймовірностей та випадкові процеси», «Математика», «Вища математика для харчових технологій», «Дискретна математика». Для покращення навчального процесу викладачі кафедри працюють над створенням методичних рекомендацій, конспектів лекцій та навчальних посібників. У процесі розробки робочих навчальних планів і програм дисциплін використовується передовий досвід інших вищих навчальних закладів.

Викладачі кафедри готують фахівців також у відокремлених структурних підрозділах НУХТ – регіональних навчальних центрах. Кожного року викладачі кафедри приймають активну участь у зарубіжних, міжнародних та всеукраїнських конференціях. Кафедра разом з кафедрою вищої математики Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова регулярно організовує Міжнародні науково-методичні конференції "Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі" (остання 21 – 22 червня 2018 р.) Кафедра вищої математики НУХТ співпрацює з науковими та вищими навчальними закладами України: Інститут математики НАН України, Національний університет ім. Тараса Шевченка, Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, Національний технічний університет України «КПІ». Працелюбний, високопрофесійний, досвідчений і дружний колектив математиків і його творчі надбання в педагогічній, науково-методичній і виховній роботі дає право і підстави сподіватися на чудове майбутнє кафедри вищої математики імені проф. Можара В.І.

ПІДСЕКЦІЯ I.1

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧАХ

Про точні розв'язки нелінійних рівнянь гіперболічного типу**Анатолій Баранник***Інститут математики Поморської академії, Слупськ, Польща***Тетяна Баранник***Полтавський національний пед. університет ім. В.Г.Короленка***Іван Юрик***Національний університет харчових технологій*

Вступ. У даній роботі розглядається задача побудови точних розв'язків нелінійного рівняння гіперболічного типу

$$u_{tt} = a(t)uu_{xx} + b(t)u_x^2 + c(t)u, \quad (1)$$

де коефіцієнти $a(t)$, $b(t)$, $c(t)$ є функціями від t .

У роботах [1–4] для рівнянь з поліномічною нелінійністю використовувався метод побудови точних розв'язків з узагальненим відокремленням змінних

$$u = \sum_{i=1}^k \psi_i(t) \varphi_i(x), \quad (2)$$

який ґрунтується на відшуванні скінченновимірних підпросторів, інваріантних відносно відповідного диференціального оператора. При цьому система координатних функцій $\varphi_i(x)$ задавалася апіорно, а для визначення функцій $\psi_i(t)$ застосовувався метод невизначених коефіцієнтів. У такий спосіб були отримані наступні системи координатних функцій для рівняння (1) [4]: $1, x, x^2$, якщо $a(t)$ і $b(t)$ довільні функції; $1, x, x^2, x^3$, якщо

$$a(t) = -\frac{3}{2}b(t); 1, x, x^2, x^3, x^4, \text{ якщо } a(t) = -\frac{4}{3}b(t).$$

Явне задання системи координатних функцій значно спрощує процедуру побудови точних розв'язків, але не гарантує відшування всіх розв'язків виду (2).

У роботах [5, 6] для пошуку точних розв'язків рівняння (1) використовувалася підстановка виду

$$u = d(x)w(t) + f(t, x), \quad (3)$$

де невідомі функції $d(x)$ і $f(t, x)$ визначалися з умови, що підстановка (3) редукує рівняння (1) до звичайного диференціального рівняння з невідомою функцією $w(t)$. За допомогою підстановки (3) знайдені нові системи координатних функцій для точних розв'язків рівняння (1). Так, у випадку $a(t) = \frac{\alpha}{1-\alpha}b(t)$, $\alpha \in \mathbb{R}$, $\alpha \neq 0, 1, 2, 3$, систему координатних функцій утворюють функції x^2, x^α , а якщо $a(t) = -2b(t)$, то таку систему утворюють функції $x^2, x^2 \ln|x|$.

Таким чином, відшування систем координатних функцій зводить задачу побудови точних розв'язків рівняння (1) до інтегрування відповідних систем звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. У даній роботі запропоновано ефективний метод інтегрування редукованих систем. Показано,

зокрема, що інтегрування таких систем зводиться до інтегрування системи звичайних диференціальних рівнянь

$$w_1'' = \Phi_1(t)w_1, \quad w_2'' = \Phi_2(t)w_2, \quad (4)$$

де $\Phi_1(t)$, $\Phi_2(t)$ є довільними наперед заданими функціями. В багатьох випадках система (4) може бути проінтегрована.

Висновки. Підстановки, розглянуті в даній роботі, зводять задачу побудови точних розв'язків рівняння (1) до інтегрування системи рівнянь

$$w_1'' = \Phi_1(t)w_1, \quad w_2'' = \Phi_2(t)w_2,$$

де w_1 і w_2 є функціями від t , а $\Phi_1(t)$ і $\Phi_2(t)$ є довільними наперед заданими функціями. Інтегровні рівняння такого типу добре вивчені. До них належать, наприклад, узагальнене рівняння Лежандра, вироджене гіпергеометричне рівняння, а також рівняння Бесселя і рівняння Мат'є. Довільний вибір функцій $\Phi_1(t)$ і $\Phi_2(t)$ дозволяє будувати розв'язки, що мають наперед задані властивості.

Метод побудови точних розв'язків рівняння (1), викладений нами, можна застосувати до побудови точних розв'язків нелінійного рівняння

$$u_{tt} = auu_{xx} + f(t)u_x^2 + bf(t)u^2 + g(t)u + h(t), \quad (5)$$

де коефіцієнти $f(t)$, $g(t)$, $h(t)$ є функціями від t , а коефіцієнти a і b є сталі, відмінні від нуля. Рівняння (5) вивчалось в [7], а випадок $f = a$, $g = \text{const}$, $h = \text{const}$ — в [2]. В [7] визначені всі підстановки виду

$$u = w_1(t) + d(x)w_2(t),$$

які редукують (5) до системи звичайних диференціальних рівнянь другого порядку з невідомими функціями $w_1(t)$,

Література.

1. Галактионов В. А., Посашков С. А. Точные решения и инвариантные пространства для нелинейных уравнений градиентной диффузии. *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.* 1994. том 34, № 3. С. 374–383.
2. Galaktionov V. A. Invariant subspaces and new explicit solutions to evolution equations with quadratic nonlinearities. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh-A-Mathematics*: Vol. 125, No. 2. Edinburgh: The Society, 1974-, 1995. P. 225–246.
3. Галактионов В. А., Посашков С. А., Свирщевский С. Р. Обобщенное разделение переменных для дифференциальных уравнений с полиномиальными нелинейностями. *Дифференц. уравнения*. 1995. Том 31, № 2. С. 253–261.
4. Galaktionov V. A., Svirshchevskii S. R. Exact solutions and invariant subspaces of nonlinear partial differential equations in mechanics and physics. CRC Press, 2006.
5. Barannyk A., Barannyk T., Yuryk I. Separation of variables for nonlinear equations of hyperbolic and Korteweg–de Vries type. *Reports on Mathematical Physics*. 2011. Vol. 68, P. 97–105.
6. Barannyk A. F., Barannyk T. A., Yuryk I. I. Generalized Separation of Variables for Nonlinear Equation. *Reports on Mathematical Physics*. 2013. Vol. 71. P. 1–13.
7. Polyanin A. D., Zaitsev V. F. Handbook of nonlinear partial differential equations. CRC press, 2004.

Exact solutions of a system of Euler equations

Ivan Yuryk

National University of Food Technologies

Introduction. The past century in mathematical physics was marked with a large number of research papers on particular solutions to nonlinear differential equations. Besides the fact that exact solutions are almost always interesting themselves, they also have a valuable practical application to verification of various numerical methods of solving of nonlinear differential equations.

There are many examples of explicitly solved problems of fluid mechanics in the literature. All known solutions and multiparametric families of new particular solutions appear to be obtainable by means of group-theoretical methods [1–8]. Moreover, these methods are useful for finding particular solutions of nonlinear differential equations that satisfy certain prescribed initial or boundary conditions.

Formulation of the problem To describe the motion of nonviscous compressible liquid we use the system of equations

$$D_t u^k(t, x) + \rho^{-1} \nabla_k p(t, x) = 0, \quad D_t \rho(t, x) + \rho \nabla_k u^k(t, x) = 0, \quad (1)$$

where $t \in R^1$, $x \in R^n$ ($n=1, \dots, 3$), $u^k(t, x)$ stands for the k -th component of the medium's velocity ($k=1, \dots, n$), p is the pressure, ρ is the liquid density, and $D_t = \frac{\partial}{\partial t} + u^k \nabla_k$ is the total derivative with respect to time with $\nabla_k = \frac{\partial}{\partial x_k}$. Repeating indices mean summation, unless otherwise noted.

The main thermodynamical characteristics of the medium ρ , p and T are expected to be related by an expression

$$p = \Phi(\rho, T), \quad (2)$$

where Φ is a smooth (piecewise smooth) function. We also assume that the process described by system (1–2) is either isothermal ($T=\text{const}$) or homothermal ($v_k T=0$, $k=1, \dots, n$). Therefore T does not depend on spatial coordinates, and state equation (2) reads as

$$p = F(\rho, T), \quad (3)$$

with another function F .

In order to represent system (1) in a convenient for the following analysis form we introduce the notations

$$u_\mu^k = \frac{\partial u^k}{\partial x_\mu}, \quad \rho_\mu = \frac{\partial \rho}{\partial x_\mu}, \quad p_k = \frac{\partial p}{\partial x_k},$$

where $k=1, \dots, n$, $\mu=0, \dots, n$, and $x_0=t$. Using these notations we represent system (1) in the form

$$u_0^k + u^j u_j^k + \rho^{-1} p_k = 0, \quad \rho_0 + u^j \rho_j + \rho u_j^j = 0, \quad (4)$$

Substituting (3) into the first equation (4) we obtain

$$u_0^k + u^j u_j^k + \rho^{-1} F_\rho \rho_k = 0, \quad (5)$$

$$\rho_0 + u^j \rho_j + \rho u_j^j = 0, \quad (6)$$

where $F_\rho = \frac{\partial F}{\partial \rho}$.

For the symmetry analysis of system (5–6) we use the infinitesimal Sophus Lie method. The cases when the boundary-value problem (5), (6), (3) admits invariant solutions are exhaustively described.

Therefore, if we restrict the consideration to the symmetry operators that do not contain any quadratic terms in their coefficients, the following theorem holds.

Theorem. *The four classes of invariant solutions to system (5–6) compatible with the Rankine–Hugoniot conditions under $n=1$ are:*

a) solutions that are invariant with respect to the one-parameter subgroup generated by the operator

$$Z_I = (\alpha + \lambda t) \frac{\partial}{\partial t} + (v - BSt + Ax) \frac{\partial}{\partial x} + Bu \frac{\partial}{\partial u} + L\rho \frac{\partial}{\partial \rho},$$

where $L=-B$, α, λ, v, A, B and S are constants, $B \neq 0$ and $S \neq 0$, if $p = c - \frac{(S\rho_1)^2}{\rho}$;

b) solutions invariant with respect to the one-parameter subgroup generated by the operator

$$Z_{II} = (\alpha + \lambda t) \frac{\partial}{\partial t} + (v + \lambda x) \frac{\partial}{\partial x}, \quad \text{if } p = \Phi(\rho) + p_1;$$

c) solutions invariant with respect to the one-parameter subgroup generated by the operator

$$Z_{III} = \lambda t \frac{\partial}{\partial t} + (v + Ax) \frac{\partial}{\partial x} + Bu \frac{\partial}{\partial u}, \quad \text{where } A = \lambda(\frac{\sigma}{2} + 1), B = \frac{\lambda\sigma}{2}, \text{ if } p = t^\sigma \Phi(\rho);$$

d) solutions invariant with respect to the one-parameter subgroup generated by the operator

$$Z_{IV} = \alpha \frac{\partial}{\partial t} + (v + \kappa\alpha x) \frac{\partial}{\partial x} + \kappa\alpha u \frac{\partial}{\partial u}, \quad \text{if } p = e^{2\kappa t} \Phi(\rho) + p_1.$$

Conclusion. In this paper group analysis of a system of Euler equations with a state equation of the medium is carried out. The group classification provided for the state equations is of great practical importance, because there is no unified analytical expression that satisfactorily describes the relationship of thermodynamic parameters of liquid throughout the domain where these parameters vary.

References

1. Ovsjannikov, L.V., Group analysis of differential equations, Moscow, Nauka, 1978, 399 pages (in Russian).
2. Fushchych, W.I., Symmetry in problems of mathematical physics, in: Algebraic-Theoretical Studies in Mathematical Physics, Inst. of Math. Acad. of Sci. Ukraine, Kiev, 1981, p. 6–28 (in Russian).
3. Barannyk, A.F, Yuryk, I.I., On a new method for constructing exact solutions of the nonlinear differential equations of mathematical physics, *J. Phys. A: Math. Gen.* 31 (1998), no. 21, p. 4899–4907.
4. Barannyk, A.F., Barannyk, T.F., Yuryk, I.I., Separation of variables for nonlinear equations of hyperbolic and Korteweg–de Vries type, *Rep. Math. Phys.* **68** (2011), no. 1, p. 97–105.
6. Yuryk I.I. Invariant solutions of a system of Euler equations that satisfy the Rankine–Hugoniot conditions *Допов.Нац. акад. наук Укр.*, №7. 2018, с.8-12..

Про деформування довгої циліндричної оболонки суперколового поперечного перерізу

Юрій Абросов, Володимир Максимюк

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

Вступ. Циліндричні оболонки неколового поперечного перерізу широко застосовуються. Наприклад, в будівництві еліптичні порожнисті профілі поєднують в собі переваги круглих і прямокутних профілів [1]. Перспективними є оболонки так званого супереліптичного перерізу [2], який виглядає прямокутником з заокругленими кінцями.

Розрахунок напружено-деформованого стану (НДС) таких оболонок чисельними сітковими методами ускладнюється через так зване явище мембранного замикання (locking) [3]. Явище проявляється у сповільненій, але стійкій, збіжності класичних чисельних методів внаслідок значних згинів за невеликих розтягів. Щодо оболонок колового перерізу, то в розрахунках за внутрішнього тиску мембранне замикання зазвичай не спостерігається. Проте якщо переріз матиме форму суперкола (supercircle), то мембранне замикання може проявитися.

Матеріали і методи. Розглядається тонка довга замкнута циліндрична оболонка, поперечним перерізом якої є суперколо:

$$|x|^n + |y|^n = R^n, \quad n > 2. \quad (1)$$

Зі збільшенням n в (1) суперколо буде наближатись до квадрата з заокругленими кінцями, де очікуються великі згини і може виникнути мембранне замикання.

Серединну поверхню оболонки віднесемо [3] до криволінійної системи координат (s, z, γ) , в якій координата s є довжиною дуги суперкола, що відраховується від точки $(x = 0, y = R)$ за годинниковою стрілкою.

Нехай під дією сталого і рівномірного внутрішнього тиску p в ізотропній однорідній пружній тонкій оболонці постійної товщини h виникають малі переміщення в поперечному перерізі, а вздовж вісі z переміщення відсутні. Тоді компоненти НДС залежатимуть тільки від координати s .

Чисельний метод побудовано на основі варіаційних принципів з використанням змішаного функціонала, який є сумою енергії деформації оболонки та додаткової умови для реалізації геометричної частини гіпотез Кірхгофа-Лява методом множників Лагранжа. Для знаходження стаціонарних значень функціонала використано варіаційно-різницеви метод [3].

Результати. Розраховано НДС оболонки з такими геометричними та механічними параметрами: $h = 0,01$ м; $R = 1$ м; $n = 4$; $E = 210$ ГПа; $\nu = 0,3$; $p = 10$ кПа. Внаслідок симетрії задачі відносно площин $x = 0$ та $y = x$ розглядалась восьма частина області суперкола, тобто $s \in [0, s_k]$, де $s_k = 0,8772$ м становить $1/8$ периметра суперкола, який обчислено алгоритмом [4] чисельної дискретизації кривої. Тим же алгоритмом ця дуга розбивалась на K вузлових точок з рівномірним кроком. Практичну збіжність з точністю до трьох

значущих цифр у максимальних значеннях компонент НДС досягнуто при $K=5121$.

В табл.1 для характерних точок суперкола $\tilde{s} = s/s_k$ наведено угини ($\tilde{w} = w/h$), віднесені до тиску p безрозмірні напруження на зовнішній (σ_s^+), внутрішній (σ_s^-) та в серединній (σ_s^0) поверхнях оболонки.

Таблиця 1. Переміщення та напруження в характерних точках суперкола

$\tilde{s}$	$\tilde{w}$	σ_s^+	σ_s^0	σ_s^-
0	0,689	5792	100	-5592
0,5	0,289	592	102	-387
1	-0,173	-6614	118	6852

В крайніх наведених характерних точках моменти є великими і мають протилежні знаки. В «діаметральній» точці суперкола ($\tilde{s}=0$) оболонка згинається подібно пластинці. Тут безрозмірне мембранне напруження в серединній поверхні $\sigma_s^0(0)=100$ і збігається з точним значенням $R/h=100$. В «діагональній» точці ($\tilde{s}=1$) оболонка розгинається, а мембранне напруження $\sigma_s^0(s_k)=118$ стає дещо більшим, оскільки «діагональ» суперкола більша від «діаметра». В середній точці ($\tilde{s}=0,5$) момент найменший і на порядок менший від максимального.

Відзначимо, що в наведеній праці [2] вивчаються динамічні явища в супереліптичній оболонці, про можливе явище замикання не згадується, а розрахунок НДС в статисти відсутній. Очевидно, на досліджуваних інтервалах часу явище не «встигає» проявитися.

Висновки. Внутрішній тиск в циліндричній оболонці суперколового перерізу викликає значні і різного знаку моменти та згини за невеликих розтягів, що може стати причиною обчислювального явища мембранного замикання. Дана задача може доповнити ряд так званих патологічних тестів.

Література

1. Chan T.M., Gardner L., Law K.H. Structural design of elliptical hollow sections: a review // Proc. Inst. Civil. Engrs.: Struct. Build. – 2010.– 163, N 6.– P. 391–402.
2. Akgün G., Kurtaran H. Geometrically nonlinear transient analysis of laminated composite super-elliptic shell structures with generalized differential quadrature method // Int. J. Non-Linear Mech. – 2018. – 105.–P. 221–241.
3. Abrosov Yu. Yu., Maksimuk V.A., Chernyshenko I.S. Influence of Cross-Sectional Ellipticity on the Deformation of a Long Cylindrical Shell // Int. Appl. Mech. – 2016. – 52, N 4. – P. 529–534.
4. Chernyshenko I.S., Maksimuk V.A. On the stress-strain state of toroidal shells of elliptical cross section formed from nonlinear elastic orthotropic materials // Int. Appl. Mech.–2000. – 36, N 1. – P. 90–97.

**До задачі поширення поверхневих хвиль Релея вздовж
криволінійних поверхонь попередньо напружених тіл**

Степан Бабич, Вікторія Корнієнко

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

Сергій Дегтяр

Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана

Вступ. На надійність і довговічність інженерних споруд, механічних конструкцій і деталей машин істотно впливають початкові або залишкові напруження, які практично завжди присутні у всіх елементах реальних конструкцій і є наслідком попередніх деформацій. Тому дослідження впливу початкових напружень на контактні характеристики пружних тіл при їх взаємодії, є актуальною проблемою як для фундаментальних розробок з механіки деформівного твердого тіла, так і для практичного використання у різних галузях промисловості.

Матеріали і методи. У монографії [3] досліджено вплив початкових напружень в задачах поширення поверхневих хвиль Релея вздовж криволінійних поверхонь (суцільний циліндр, порожнистий циліндр, сфера) для попередньо напружених тіл. В результаті одержані дисперсійні рівняння, з яких визначаються фазові швидкості поверхневих хвиль Релея. Далі дисперсійні рівняння, які є трансцендентними, мають безліч розв'язків (коренів), кожен з яких характеризує певну моду поширення, причому з цих коренів береться найменший, оскільки він відповідає поверхневій хвилі, найбільш локалізованій у приповерхневому шарі і звичайно затухає на нескінченості. Дані задачі розглянуті для однорідного початкового напруженого стану. Суцільний циліндр кругового поперечного перерізу розглянутий при осьовому стиску. Для осьового стиску одержано дисперсійне рівняння фазової швидкості. Це ж рівняння одержано також на основі аналогій, які існують між лінійними і лінеаризованими задачами теорії пружності при відповідній заміні [3]. Така ж задача розглянута для тіла з циліндричною порожниною. Сфера розглянута при всесторонній рівномірній початковій деформації для двох випадків навантаження: «слідкувального» і «мертвого», при чому для «слідкувального» навантаження дисперсійне рівняння одержане на основі аналогії, яка існує між лінійними і лінеаризованими задачами. Для «мертвого» навантаження використовуються шарові вектори, вперше використані в роботах Г.І. Петрашень. Якщо у циліндрах поверхнева хвиля поширюється вздовж кругових координат, то у випадку сфери хвиля поширюється від полюса до полюса. В усіх випадках дисперсійні рівняння при $R \rightarrow \infty$ переходять у дисперсійні рівняння для тіла з плоскою границею [1]. Якщо ще й початкові напруження відсутні, то дисперсійне рівняння переходить у класичний випадок Релея.

Результати. Чисельні дослідження розглянуто для потенціалу Мурнагана (сталь 09Г2С і органічне скло) [1], причому постійні a , b , c були визначені в

результаті з експериментів, які проводилися в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. Усюди бралися до уваги лінійні наближення. Використано ультразвуковий неруйнівний метод [4] визначення початкових напружень для об'ємних хвиль (зсуву, поздовжніх). Оскільки швидкість поширення поверхневих хвиль неперервно залежить від початкових напружень, то для кожного початкового напруження існує своя швидкість. Така залежність має місце і у класичному випадку (у тілах без початкових напружень) [2], але у цьому випадку для конкретного матеріалу швидкість поширення хвиль є величиною постійною. А у нашому випадку для кожного матеріалу існує безліч швидкостей залежно від початкових напружень.

Висновки. В даній доповіді на основі результатів, одержаних у монографії [3], дамо стислий аналіз результатів чисельного дослідження.

1. При дії початкових напружень в напрямку поширення хвиль (в напрямку хвильової нормалі) в разі розтягування відбувається зменшення і в разі стиснення відбувається збільшення швидкості поширення поверхневих хвиль.

2. При дії початкових напружень в напрямку поширення хвиль (в напрямку хвильової нормалі) при досягненні початковими напруженнями значень, що відповідають поверхневій нестійкості півпростору, швидкості поширення поверхневих хвиль обертаються на нуль.

3. При дії початкових напружень перпендикулярно площині поширення хвиль (площині, в якій реалізується хвильовий рух) в разі розтягування відбувається збільшення і в разі стиснення відбувається зменшення швидкості поширення поверхневих хвиль.

4. Для порівняно жорстких стискуваних матеріалів (метали, сплави та ін.) в лінійному наближенні отримана лінійна залежність між початковими напруженнями і змінами швидкостей поверхневих хвиль.

5. При дії початкових напружень у вигляді всестороннього рівномірного навантаження «слідкувальним» або «мертвим» навантаженням у разі розтягування відбувається збільшення і в разі стиснення відбувається зменшення швидкості поширення поверхневих хвиль Релея.

Аналогічно [4] дані результати можуть бути використані для побудови основ ультразвукових неруйнівних методів визначення початкових напружень у приповерхневих шарах тіл.

Література

1. Бабич С.Ю., Гузь А.Н., Жук А.П. Упругие волны в телах с начальными напряжениями. Прикл. механика. 1979. 15. №4. С. 3-23.
2. Викторов И.А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. М.: Наука, 1981. 288 с.
3. Гузь А.Н., Бабич С.Ю., Глухов Ю.П. Статика и динамика упругих оснований с начальными (остаточными) напряжениями. Кременчуг: Press-line, 2007. 795 с.
4. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И. Введение в акустоупругость. К.: Наук. думка, 1977. 151 с.

Поліноміальне наближення розв'язків диференціальних рівнянь з дробовими похідними

Валентин Біленко, Катерина Божонюк

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Вступ. Доповідь присвячено розв'язанню проблеми оптимізації методів та алгоритмів моделювання, аналізу та прогнозу дифузійних процесів дробового порядку. Метою роботи є побудова та теоретичне обґрунтування обчислювальних алгоритмів кусково-поліноміальної апроксимації розв'язків диференціальних рівнянь з дробовими похідними на основі методики, розробленої В.К. Дзядиком при доведенні прямих та обернених теорем конструктивної теорії наближення функцій для класів Гельдера [1]. Такі алгоритми мають важливі властивості ненасичуваності за точністю та оптимальності в сенсі найкращого поліноміального наближення у квадратичній, рівномірній та деяких спеціальних метриках.

Постановка задачі. Розглянемо операторне рівняння виду

$$(D_t^{(\alpha)}u)(x,t) = Au(x,t) + f(x,t,u) \quad (1)$$

в області $\Pi = [0, H] \times [0, \Theta]$, $H, \Theta > 0$, з початковою умовою $u(x, 0) = u_0(x)$ і крайовими умовами $u(0, t) = \mu_1(t)$, $u(H, t) = \mu_2(t)$.

Тут $D_t^{(\alpha)}$ є оператором дробового диференціювання Рімана-Ліувілля порядку $0 < \alpha < 1$ ([2, 3]). $Au = \frac{\partial}{\partial x} \left(a(x, t) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + b(x, t, u) \cdot \frac{\partial u}{\partial x}$ – алгебраїчно-нелінійний диференціальний оператор, що діє в банаховому просторі X векторнозначних функцій u ; $a, b, f(x, t, u)$ є кусково-поліноміальними функціями відповідного числа змінних.

Найпростішим прикладом рівняння, що представляється у вигляді (1) – рівняння, що описує дифузію в пористому (фрактальному) середовищі [3].

Алгоритм. Запропонований алгоритм, який узагальнює алгоритми, побудовані у попередніх роботах авторів [4,5] на основі застосування апроксимаційного методу В.К. Дзядика (a -методу) (див. [1]) полягає у реалізації такої схеми:

1. Використовуючи формули дробового інтегрування ([2]) задачу (1) запишемо в еквівалентній інтегро-функціональній формі.

2. Наближений розв'язок інтегро-функціонального рівняння шукаємо у вигляді поліномів

$$u_{mn}(x, t) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n c_{ij} x^i \cdot t^j. \quad (2)$$

3. Конструюємо обчислювальний процес для знаходження невідомих коефіцієнтів c_{ij} $i = \overline{0, m}$, $j = \overline{0, n}$.

Теоретичне обґрунтування алгоритму. Оцінку похибки алгоритму дослідимо для випадку, коли розв'язок задачі (1) належить класу Гельдера. Позначимо через $H_{\mu}^{\alpha+\lambda}[0, \Theta]$ клас функцій $\varphi(t)$, для яких функція $t^{\mu}\varphi(t)$ задовольняє на $[0, \Theta]$ умову Гельдера з показником $\alpha + \lambda$. На основі теореми В.К. Дзядика [1] і результатів робіт А.Н. Кочубея [3] справедливі такі твердження:

Теорема 1. Нехай $u(x, t)$ – класичний розв'язок задачі (1). Припустимо, що при кожному $x \in [0, H]$ $u(x, \cdot) \in H_{\mu}^{\alpha+\lambda}[0, \Theta]$, де $0 < \lambda < 1 - \alpha$, $0 \leq \mu < \lambda + 1$. Тоді існує єдиний розв'язок задачі (1).

Оцінку похибки наближеного розв'язку дослідимо для випадку, коли виконуються умови I–III теореми 2 [6, ст. 525].

Теорема 2. В умовах теореми 2 [6, ст. 525] існують скінченні числа $h \in (0, H]$, $\theta \in (0, \Theta]$ і $B = B(h, \theta) = \text{const}$ такі, що для $\forall \tilde{h} \in (0, h]$, $\tilde{\theta} \in (0, \theta]$ і довільних натуральних m і n таких, що $\sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}} < \frac{B}{h\theta}$, у прямокутнику $\pi = [0, h] \times [0, \theta]$ існує наближений розв'язок $u_{mn}(x, t)$ і мають місце оцінки

$$|u(x, t) - u_{mn}(x, t)| \leq A\sqrt{m+n}\rho_n^{\alpha}(t), \quad A = A(h, \theta) = \text{const} > 0. \quad (3)$$

Висновки. 1. На основі методики та результатів Дзядика В.К. ([1]) сконструйовано та теоретично обґрунтовано високоточний алгоритм без насичення точності для оптимального аналізу у фрактальних середовищах.

2. Сформульовано теореми про існування розв'язків та оцінки похибок відповідних задач на основі запропонованого алгоритму у рівномірній та квадратичній метриках, що можуть бути доведені аналогічно відповідним теоремам за схемами та міркуваннями, наведеними в роботах [4, 5].

Література.

1. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. – Киев: Наук. думка, 1988. – 304 с.
2. Вірченко Н. О., Рибак В. Я. Основи дробового інтегро-диференціювання. – Київ: Задруга, 2007. – 364 с.
3. Kochubei A, Luchko Yu. Handbook of Fractional Calculus with Applications. Volume 2: Fractional Differential Equations. – Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston, 2019. – 515 p.
4. Біленко В.І., Божонюк К.В., Дзядик С.Ю., Стеля О.Б. Наближення поліномами розв'язків алгебраїчно-нелінійних рівнянь математичної фізики. // Зб. праць Інституту математики НАН України. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 7-27.
5. Bilenko V.I., Bozhonok K.V., Dzyadyk S.Yu., Stelya O.B. Piecewise Polynomial Algorithms for the Analysis of Processes in Inhomogeneous Media. // Cybernetics and Systems Analysis. – 2018. – V. 54, Issue 4. – pp. 636-642.
6. Канторович Л. В., Акилов Г. П. Функциональный анализ. 3-е изд., перераб. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984–752 с.

Проблеми знаходження розв'язків нелінійних рівнянь регресії в задачах багатфакторної оптимізації

Тетяна Зінченко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для оптимізації рецептур харчових продуктів часто застосовують центральне композиційне планування експерименту (ЦКП) – ортогональне чи ротатабельне [1]. В загальному випадку розглядається m -факторний експеримент, для якого потрібно аргументовано підібрати початкові значення всіх факторів та інтервали їх варіювання.

Матеріали і методи. За результатами експерименту розраховується нелінійна багатфакторна функція регресії, яка є основним елементом математичної моделі досліджуваної задачі. Для аналізу застосовуються методи математичної статистики, метод Лагранжа знаходження умовних екстремумів, чисельні градієнтні методи знаходження розв'язків оптимізаційних задач.

Результати. Рівняння множинної регресії I порядку (лінійне) має вигляд

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m, \quad (1)$$

де X_i - змінна i -го фактору, $i = \overline{1, m}$; m - кількість факторів. Оцінка параметрів цього рівняння – коефіцієнтів $b_0, b_1, b_2, \dots, b_m$ - виконується за даними вибірки (за результатами N дослідів) за методом мінімальних квадратів [1].

Функція регресії другого порядку у повній формі для m факторів має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m + b_{12} X_1 X_2 + \dots + b_{(m-1)m} X_{m-1} X_m + b_{11} X_1^2 + \dots + b_{mm} X_m^2,$$

або

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^m b_i X_i + \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{k=1, \\ k > i}}^m b_{ik} X_i X_k + \sum_{i=1}^m b_{ii} X_i^2, \quad (2)$$

де X_i - змінна i -го фактору, $i = \overline{1, m}$; $b_0, b_1, \dots, b_m, b_{12}, \dots, b_{(m-1)m}, b_{11}, \dots, b_{mm}$ - коефіцієнти рівняння регресії, які інакше можна описати: b_0, b_i, b_{ik} , $i = \overline{1, m}$, $k = \overline{1, m}$, $i \leq k$ ($b_{ik} = b_{ki}$).

Отримано формули обчислення коефіцієнтів функції регресії другого порядку за результатами експерименту (за результатами дослідів в N точках) [2,3]. З врахуванням обмежень на можливі значення факторів екстремальні точки функції (2) можна шукати або за допомогою строгих методів, або за допомогою чисельних методів (наприклад, методу найшвидшого спуску). Останнім часом часто використовують наближені методи знаходження розв'язків, реалізовані в комп'ютерних спеціалізованих програмах. Як правило, серйозною проблемою чисельних методів є те, що такі програми розраховані на унімодальні функції.

Якщо функція не має єдиного чітко вираженого локального екстремуму, і швидкість зміни функції в різних напрямках істотно розрізняється, то кажуть, що функція має яружний характер. В таких випадках важливо правильно сформулювати критерій визначення яружного напрямку. При цьому на деяких ітераціях є доцільною зміна напрямку найшвидшого спуску на напрямок яружності. Досліджуються і пропонуються певні способи визначення таких ситуацій для коригування алгоритмів пошуку оптимальних рішень.

Для визначення яружного характеру функції можна попередньо застосувати строгі методи дослідження кількості розв'язків за допомогою диференціальних методів. Або ж скористатись по можливості графічними редакторами для з'ясування характеру зміни функції. Отриману інформацію необхідно використати при заданні початкової точки наближених обчислень, а також для коригування кроку ітерації.

Висновки. Застосовуючи ітераційні методи знаходження оптимального розв'язку багатовимірної задачі, необхідно виконувати дослідження в кілька етапів:

- 1) дослідити функцію на унімодальність; для цього в залежності від складності функції можна застосувати строгі методи диференціального числення чи використати графічні зображення для грубої оцінки характеру функції;
- 2) з'ясовувати наявність яружних ситуацій, використовуючи результати попереднього дослідження;
- 3) коригувати вибір початкової точки та кроки ітерації чисельного алгоритму в залежності від характеру функції.

Література.

1. Дорохович А.М. Оптимізація технологічних процесів галузі /Дорохович А.М., Дорохович В.В., Зінченко Т.В.: Підручник-К.: ІНК ОС, 2016.-392с.
2. Зінченко Т.В. , Дорохович А.М. Розрахунок функцій множинної регресії другого порядку в задачах центрального композиційного планування експерименту.
Zinchenko Tatiana, Dorokhovich Antonella Calculation of functions of multiple regression of the second order in the tasks of the central composition planning of experiment. Ukrainian food journal. 2014p., Volume 3, Issue №5. - С.15-23 .
3. Зінченко Т.В. Розрахунок нелінійних функцій регресії другого порядку при центральному композиційному ротатабельному плануванні експерименту з довільною кількістю факторів. Наукові праці НУХТ. Т.22, № 3, 2016.- С. 190-197.

Аналіз впливу сил поверхневого натягу на деформацію в'язкого еліптичного циліндра

Олексій Зінькевич, Володимир Сафонов

Національний університет харчових технологій

Олександр Нещадим

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вступ. В теорії в'язкої рідини виділяється практично важливий клас задач наперед невідомою (вільною границею), яка визначається в процесі самого розв'язання. Одним із можливим підходів до розв'язання даного класу задач гідродинаміки є метод гідродинамічних потенціалів, який переключає основні складності досліджень і числових розрахунків на деякі граничні інтегральні рівняння, які відносяться лише до границі області і враховують граничні умови безпосередньо.

Матеріали і методи. Основні результати теоретичного та алгоритм числового дослідження задач руху рідини з вільною границею представлено в роботах [1,2].

Результати. Використовуючи алгоритм викладений в [2], проведено розрахунок вільного контуру $L(t)$. На ньому діють сили поверхневого натягу, які утримують на контурі одні і ті ж самі частинки рідини.

Вхідними величинами розрахунків є: α – коефіцієнт поверхневого натягу; γ – щільність; μ – в'язкість рідини; h – малий крок в часі (приріст переходу з одного часового проміжку на інший); початковий $x_i(\sigma, t_0)$, $i=1,2$ розрахунковий контур, заданий табличним або аналітичним способом.

При чисельному аналізі нестационарних процесів необхідно зберігати усю "історію" його розвитку.

Числовий приклад. Розглянемо еліптичний циліндр. У його перерізі площиною, перпендикулярній його осі, лежить еліпс. Нехай він описується в момент часу $t=0$ рівняннями $\tilde{\alpha}_1 = \tilde{\alpha}_1(\sigma, 0) = 2 \cos \sigma$, $\tilde{\alpha}_2 = \tilde{\alpha}_2(\sigma, 0) = \sin \sigma$ ($0 \leq \sigma < 2\pi$). Вивчимо деформацію еліпса під дією сил поверхневого натягу при $t > 0$.

На рис.1 зображена форма контуру $L(t)$ в різні моменти часу при $\alpha=1$; $\mu=0,5$; $\gamma=1$. Крива 1 – початкове положення ($t=0$); крива 2 – положення контуру $L(t)$ у момент часу $t=2,6$; крива 3 – $t=4,8$; крива 4 – положення рівноваги (коло радіусу $\sqrt{2}$).

На рис. 2 зображено траєкторії даних точок М і N біля положення рівноваги ($\tilde{\alpha}_1^2 + \tilde{\alpha}_2^2 = 2$) для $\alpha=1,6$; $\mu=0,5$; $\gamma=1$. Бачимо, що відхилення точок М і N від положення рівноваги з часом зменшується, тобто коливання затухають. Спостерігаємо синхронність проходження точками М і N положення

рівноваги в розглянуті моменти часу. Період затухаючих коливань з часом зменшується.

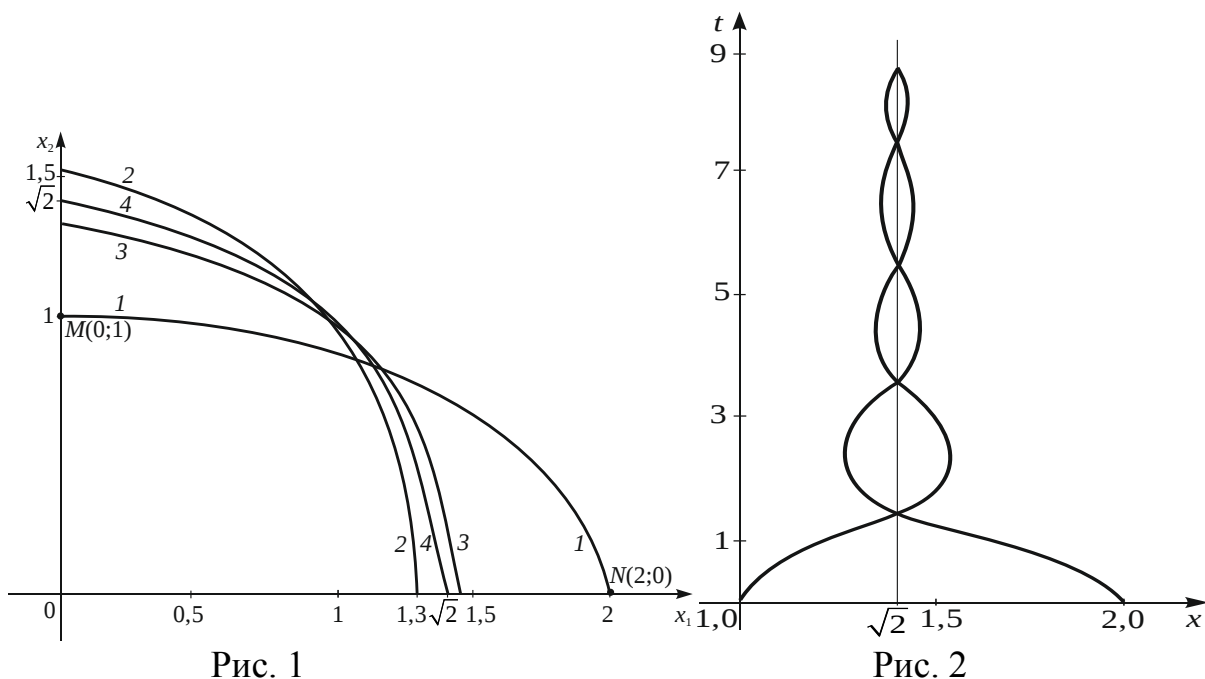


Рис. 1

Рис. 2

Були проведені розрахунки при $\mu = 0,5$; $\gamma = 1$ і $\mu = 0,25$; $\gamma = 1$, при яких спостерігається синхронне число проходжень точками контуру положення рівноваги. При $\mu = 0,5$ коливання спостерігаються, якщо $0,2 < \alpha < 3$; при $\mu = 0,25$, якщо $0,1 < \alpha < 1,6$.

Порівняння результатів показує істотний вплив в'язкості на кількість проходжень положення рівноваги. Із збільшенням в'язкості коливання спостерігаються і при значно більших значеннях коефіцієнта поверхневого натягу.

Висновки.

Встановлено: 1) опуклий контур з неперервною кривизною деформується в коло, здійснюючи затухаючі коливання навколо положення рівноваги;

2) зони стійких синхронних коливань точок контуру навколо положення рівноваги спостерігаються, якщо $0,2 < \alpha < 3$ при $\mu = 0,5$ і $0,1 < \alpha < 1,6$ при $\mu = 0,25$; у обох випадках $\gamma = 1$;

3) рідке тіло досягає положення рівноваги без коливань, якщо $\mu > \alpha$.

Література.

1. Белоносов, С.М. Краевые задачи для уравнений Навье-Стокса / С.М. Белоносов, К.А. Черноус – М. Наука, 1985. – 312 с.
2. Зінкевич, О.П. Математичне моделювання деформації границі в'язкого тіла методом гідродинамічних потенціалів/ О.П. Зінкевич, В.М. Сафонов, О.М. Нецадим. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». Вип. № 261, 2017, с.263-272.

**Математичне моделювання нестационарних процесів у
вантажопідіймальних стрілових кранах**

Роман Ковальчук, Наталія Сокульська

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра
Сагайдачного*

Вступ. Під час запуску, зміни режиму роботи приводу або гальмування стрілового крана виникають інтенсивні коливальні явища, які спричиняють значне зростанням зусиль у елементах його конструкції. Динамічні навантаження значною мірою визначають міцність елементів конструкцій та суттєво зменшують точність та ефективність виконаних машиною операцій. Крім того, механічні коливання, що виникають під час перехідних процесів призводять до накопичення втомних пошкоджень у матеріалах і знижують ресурс елементів конструкцій, а значить, і технічного об'єкта в цілому.

Матеріали і методи. Математична модель динамічних процесів у вантажопідіймальних стрілових кранах включає систему диференціальних рівнянь, які одночасно описують і підймання вантажу, і поворот стріли відносно своєї осі і коливання вантажу у вертикальній та горизонтальних площинах. Зазначені рівняння утворюють систему, що подана у формі Коші, і у загальному випадку не піддаються аналітичному інтегруванню. Тому для більшості випадків вибір раціональних параметрів приводу вдається зробити тільки на базі чисельного аналізу вказаних математичних моделей. Для реалізації даної математичної моделі застосовано чисельне інтегрування у програмному середовищі Mathcad.

Результати. Отримані графічні залежності кутів повороту та кутових швидкостей секцій стріли крана методом математичного моделювання перехідних процесів під час руху з навантаженням. Спочатку виникають низькочастотні коливання вантажу з подальшим стаціонарним режимом. Кутова швидкість руху вантажу починає зростати після незначних коливань.

Висновки. Дослідження показують, що на динаміку навантаження впливають як масові інерційні характеристики кранового обладнання, так і моменти приводних механізмів. Розроблена математична модель дозволяє обчислювати необхідні параметри та вдосконалювати роботу стріли крана.

Література.

1. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини: навч. посібник / О.В. Григоров, Н.О. Петренко. – Х.: НТУ „ХПІ”, 2006. – 304 с.
2. Кузьмин А.Н. Исследование колебаний груза на гибком подвесе при повороте крана / А.Н. Кузьмин, В.В. Суглобов, В.И. Федун // Захист металургійних машин від поломок: Зб. наук. пр. – Маріуполь: ПДТУ. – 2011. – Вип. 13. – С. 141–147.
3. Ловейкін В.С. Нелінійні маятникові коливання вантажу на гнучкому підвісі при різних режимах обертання / В.С. Ловейкін, А.А. Бойко, Ю.В. Човнюк // Вісник ТНТУ (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки). — 2010. — Т. 15. — № 3. — С. 41-48.

Математичні методи у електродинамічних задачах

Тетяна Криворот

Інститут професійно-технічної освіти НАПН України

Вступ. При розв'язку довільної електродинамічної задачі використовують різноманітні математичні методи. Найбільш вживаними і відомими методами є метод інтегрального рівняння, метод часткових областей, варіаційний метод, метод кінцевих різниць, метод кінцевих елементів, метод конформних перетворень, метод еквівалентної заміни. Всі ці методи є незалежними, тому жодному з них не можна надати переваги. Достатньо прості задачі можна розв'язати одним методом, однак здебільшого потрібно використовувати їх комбінацію.

Матеріали і методи. Розглянемо більш детально метод інтегрального рівняння, метод часткових областей і варіаційний метод.

Результати. Метод інтегрального рівняння: нехай відома функція Гріна $G(\vec{r}, \vec{r}')$ для задачі, тобто відомий розв'язок рівняння

$$Lu(\vec{r}) - \lambda u(\vec{r}) = f(\vec{r}), \quad (1)$$

де $u(\vec{r}) = G(\vec{r}, \vec{r}')$, $f(\vec{r}) = \delta(\vec{r} - \vec{r}')$ – дельта-функція Дірака. З фізичної точки зору це означає, що знайдено розв'язок рівняння (електродинамічної задачі) для єдиного точкового джерела. Тоді неоднорідна задача може бути зведена до інтегрального рівняння (2)

$$\int_{\Sigma} K(\vec{r}, \vec{r}') f(\vec{r}') d\vec{r}' = g(\vec{r}), \quad (2)$$

для $\forall \vec{r} \in S$, де Σ – поперечний переріз хвилеводу або об'єм резонатора, $K(\vec{r}, \vec{r}')$ – відоме ядро інтегрального рівняння, яке визначається функцією Гріна $G(\vec{r}, \vec{r}')$, $g(\vec{r})$ – відома функція, що визначає зовнішній вплив на систему, що діє крізь отвори площею S , $f(\vec{r}')$ – невідома функція, що описує розподіл електромагнітного поля або струмів всередині розглядуваної системи.

При пошуку власних чисел λ та функцій систему рівняння (2) записують у вигляді

$$\int_{\Sigma} K(\vec{r}, \vec{r}') f(\vec{r}') d\vec{r}' = \lambda f(\vec{r}). \quad (3).$$

Отримане рівняння (3) розв'язати аналітично неможливо або досить складно, тому його розв'язують наближено за допомогою комп'ютерних обчислювальних програм.

Метод часткових областей був першим методом, який почав використовуватись для аналізу електромагнітних систем і сьогодні залишається найбільш вживаним методом напів-аналітичного аналізу електромагнітних систем. Алгоритм методу полягає у наступному: розглядувана система поділяється на відносно великі часткові області, границі яких співпадають з координатними лініями, або координатними площинами в обраній системі

координат. Ці області, зазвичай, мають однорідне заповнення. На границі між усіма областями задаються граничні умови, що враховують перетворення полів при їх переході через границю. Після цього знаходять розв'язок рівнянь Максвелла в кожній з областей. Оскільки границі області співпадають з координатними лініями або площинами в обраній системі координат, то ця задача легко розв'язується. Таким чином знаходять власні функції в кожній з областей, за якими далі відбувається розклад полів. Отримані вирази для електромагнітних полів підставляються в граничні умови для кожної області. Одержується система функціональних рівнянь, яка потім, при врахуванні ортогональності власних функцій, зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь, яка розв'язується чисельно за допомогою комп'ютерних програм.

Варіаційний метод широко застосовується для розв'язку задач розсіювання електромагнітних полів на неоднорідностях. Такі задачі можна звести до інтегрального рівняння з симетричним ядром:

$$K(\vec{r}, \vec{r}') = K(\vec{r}', \vec{r}). \quad (4)$$

Якщо умова симетричності ядра інтегрального рівняння (4) виконується, то тоді вираз для імпедансу неоднорідності в лінії передачі є стаціонарним відносно змін функції $f(\vec{r})$ в інтегральному рівнянні. Це означає, що точність визначення імпедансу принаймні на порядок вище точності визначення функції $f(\vec{r})$. Тому для отримання імпедансу неоднорідності з гарною точністю вигляд функції $f(\vec{r})$ можна знати лише приблизно.

Алгоритм методу полягає в наступному: знаходиться стаціонарний вираз (відносно невідомої функції $f(\vec{r})$) для імпедансу неоднорідності в лінії передачі. Далі в нього підставляється значення вже відомої пробної функції і для нього знаходиться числове значення імпедансу, яке на порядок точніше ніж значення пробної функції. Відомим різновидом цього методу є метод збурень у квантовій механіці.

Висновок. Отже, перевагами методу інтегральних рівнянь є його відносна простота та можливість отримання розв'язку з дуже високою точністю. Недоліком методу є дещо обмежена область його застосування за рахунок складного вигляду функції Гріна електродинамічної задачі. Перевагами методу часткових областей є фізична простота та наочність, можливість достатньо широкого застосування для аналізу різноманітних електромагнітних систем. Недоліком методу є те, що отримані власні «об'ємні» функції для кожної з областей погано описують розподіл полів на границі між областями. За рахунок цього збіжність наближеного розв'язку електромагнітних систем до істинного значно погіршується. Відмітимо, що цей недолік можна усунути представляючи функцію, що описує розподіл полів на границі, у вигляді розкладу по повній ортогональній системі функцій, що враховують особливості на границі. Перевагами варіаційного методу є простота і можливість отримання розв'язку в аналітичному вигляді. Недоліком є неможливість отримання коректної оцінки точності проведеного аналізу, та відсутність відповіді про розподіл електромагнітних полів або струмів.

Періодична крайова задача для матричного рівняння Ріккати

Сергій Кривошея

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Розглянемо періодичну крайову задачу

$$\dot{Z} = AZ + ZB + C(t) + \varepsilon ZD(t)Z, \quad Z(0) = Z(b), \quad (1)$$

де $Z = Z(t)$ – невідома $(n \times n)$ - вимірна матриця, A і B – сталі матриці, $C(t)$ і $D(t)$ – b -періодичні $(n \times n)$ -вимірні неперервні на $[0, b]$ матриці, $b = \text{const} > 0$, $\varepsilon \geq 0$ – малий параметр, і матричне алгебраїчне рівняння Ріккати

$$AX - XB = C + \varepsilon XDX, \quad (2)$$

де A, B, C, D – відомі сталі матриці розмірностей $(m \times m)$, $(n \times n)$, $(m \times n)$ та $(n \times m)$ відповідно, X – невідома $(m \times n)$ -вимірна матриця, $\varepsilon \geq 0$ – малий параметр.

До дослідження розв'язності періодичної крайової задачі типу (1) і рівняння (2) зводиться багато задач теорії оптимального керування, аналітичного конструювання, лінійної фільтрації тощо.

За допомогою апарату теорії узагальнено-обернених операторів [1, 2] отримано необхідну, а також достатню умови розв'язності періодичної крайової задачі (1) і матричного алгебраїчного рівняння (2) в некритичному (матриці A і B не мають спільних власних чисел) і критичному (існують спільні власні числа матриць A і B) випадках.

Показано, що у критичному випадку породжуюча задача ($\varepsilon = 0$) має k -параметричну множину розв'язків, причому число k визначене жордановою структурою матриць A і B .

Література

1. Бойчук О. А., Кривошея С. А. Критерій розв'язності матричних рівнянь типу Ляпунова. *Укр. мат. журн.* 1998. Т. 50, № 8. С. 1022–1027.
2. Бойчук А. А., Журавлев В. Ф., Самойленко А. М. Обобщенно-обратные операторы и нетеровы краевые задачи. К.: И-т математики НАНУ, 1995. 120 с.

Розрахунок напружено-деформованого стану композитних оболонок з отворами методом скінченних елементів

Іван Ластівка, Анатолій Богатирчук

Національний авіаційний університет

Вступ. Композитні оболонки як елементи конструкцій широко використовуються в техніці, зокрема в хімічній, харчовій промисловості, в літакобудуванні та інших галузях промисловості. У свою чергу, інтенсивне впровадження композитних матеріалів потребує розробки розрахункових моделей і методів, що враховують особливості структури і поведінки цих матеріалів.

Матеріали і методи. При вирішенні задачі напруженого стану оболонки довільної форми із композитного матеріалу приймалась гіпотеза прямих ліній Тимошенка. Для розв'язування даної задачі застосовувався метод скінченних елементів. Серединну поверхню оболонки відносили до системи криволінійних ортогональних координат (α, β) та виходили з варіаційного рівняння Лагранжа:

$$\iint_{\Omega} \{ \delta V_0 - (p_1 \delta u_1 + p_2 \delta u_2 + p_n \delta w + m_1 \delta \gamma_1 + m_2 \delta \gamma_2) \} A_1 A_2 d\alpha d\beta - \\ - \int_{\Gamma_1} (T_{tt}^0 \delta u_t + T_{ts}^0 \delta u_s + T_{th}^0 \delta w + G_{tt}^0 \delta \gamma_t + G_{ts}^0 \delta \gamma_s) d\Gamma = 0,$$

$$\delta V = T_1 \delta \varepsilon_1 + T_2 \delta \varepsilon_2 + S_{12} \delta \delta_{12} + G_1 \delta k_1 + G_2 \delta k_2 + 2H_{12} \delta k_{12} + Q_1 \delta \varepsilon_{13} + Q_2 \delta \varepsilon_{23},$$

де V_0 – питома енергія деформації; $u_1, u_2, w, \gamma_1, \gamma_2$ – узагальнені переміщення серединної поверхні оболонки, через які виражається поле переміщень

$$U_1 = u_1(\alpha, \beta) + z\gamma_1(\alpha, \beta),$$

$$U_2 = u_2(\alpha, \beta) + z\gamma_2(\alpha, \beta), \quad (-h/2 \leq z \leq h/2), \quad W = w(\alpha, \beta).$$

Геометричні співвідношення між компонентами деформацій і узагальненими переміщеннями, співвідношення пружності та метод розв'язку наведено в роботі [1]

Результати. Результатом дослідження є розроблений алгоритм знаходження напружено-деформованого стану в анізотропних оболонках різноманітної форми, виготовлених з композитного матеріалу, складена на алгоритмічній мові C++ програма для розрахунку напружено-деформованого стану, а також отримані конкретні числові результати.

Висновки. Отримані результати можуть бути використані в космічній галузі, в літакобудуванні та інших галузях промисловості.

Література

1. Ластівка І.О., Богатирчук А.С., Кудзіновська І.П.. До розрахунку напружено-деформованого стану композитних оболонок з отворами. *International scientific journal "Internauka" (Міжнародний науковий журнал "Інтернаука")* - №9(71), том 1, 2019.—С.46—50.

**Вагові оцінки точності сіткового методу
для диференціального рівняння з дробовою похідною**

Наталія Майко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Дробове інтегродиференціювання – це розділ класичного аналізу, який в останні десятиліття широко застосовується для побудови моделей у фізиці, техніці, хімії, біології, фінансах тощо. У даній публікації розглянуто крайову задачу для звичайного диференціального рівняння з дробовою похідною Рімана–Ліувілля. Для наближеного розв'язання цієї задачі побудовано сітковий метод та доведено вагову оцінку точності, яка враховує вплив крайової умови Діріхле.

1. Розглянемо крайову задачу

$$\begin{aligned} u''(x) - \alpha D^{1/2}u(x) &= -f(x), \quad x \in (0,1), \\ u(0) &= 0, \quad u(1) = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\alpha \in \mathbb{R}$, $D^{1/2}u(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{u(t)dt}{\sqrt{x-t}}$ – похідна Рімана–Ліувілля порядку 1/2

[1]. Можна показати, що задача (1) еквівалентна інтегральному рівнянню Фредгольма

$$\begin{aligned} u(x) + \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \left\{ x \int_x^1 \sqrt{1-t} u(t) dt + \int_0^x (x\sqrt{1-t} - \sqrt{x-t}) u(t) dt \right\} = \\ = \int_0^1 G(x,s) f(s) ds, \quad x \in (0,1), \end{aligned} \quad (2)$$

де $G(x,\xi) = \begin{cases} x(1-s) & \text{при } x \leq s, \\ s(1-x) & \text{при } s \leq x, \end{cases}$ – функція Гріна лінійної крайової задачі

$$u''(x) = -f(x), \quad x \in (0,1), \quad u(0) = 0, \quad u(1) = 0.$$

Позначимо $\|w\|_{k,\infty} = \max_{0 \leq x \leq 1} |w^{(k)}(x)|$, $k = 0,1$. Доведено наступне

твердження.

Теорема 1 [2]. Нехай параметр α задовольняє умову $\alpha < \sqrt{\pi}/(2K)$, де

$$K = \max_{0 \leq x \leq 1} \frac{1}{x(1-x)} \left\{ x \int_x^1 t(1-t)^{3/2} dt + (1-x) \int_0^x t\sqrt{1-t} dt \right\} = 0,3046....$$

Тоді для розв'язку $u(x)$ задачі (1) справджується вагова оцінка

$$\left\| \frac{u}{\min(x, 1-x)} \right\|_{\infty} \leq \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} K \right)^{-1} \|f\|_{\infty}.$$

2. Для наближеного розв'язування інтегрального рівняння (2) застосуємо метод сіток. Введемо множину вузлів $\bar{\omega} = \{x_j = jh, j = 0, 1, \dots, N, h = 1/N\}$ і покладемо в (2) $x = x_j$:

$$u(x_j) + \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \left\{ x_j \sum_{k=j+1}^N \int_{x_{k-1}}^{x_k} \sqrt{1-t} u(t) dt + \sum_{k=1}^j \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x_j \sqrt{1-t} - \sqrt{x_j - t}) u(t) dt \right\} = \int_0^1 G(x_j, s) f(s) ds, \quad j = 1, 2, \dots, N-1.$$

Звідси отримаємо сіткову схему

$$y(x_j) + \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \left\{ x_j \sum_{k=j+1}^N y(x_k) \int_{x_{k-1}}^{x_k} \sqrt{1-t} dt + \sum_{k=1}^j y(x_k) \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x_j \sqrt{1-t} - \sqrt{x_j - t}) dy \right\} = \int_0^1 G(x_j, s) f(s) ds, \quad j = 1, 2, \dots, N-1, \quad y(x_N) = 0. \quad (3)$$

Позначимо сіткову норму $\|w\|_{\infty, \bar{\omega}} = \max_{x \in \bar{\omega}} |w(x)|$. Доведено наступне твердження.

Теорема 2[2]. Нехай розв'язок $u(x)$ рівняння (2) задовольняє умову $u \in C_{[0,1]}^1$ і для параметра α виконується нерівність $\alpha < \sqrt{\pi}$. Тоді точність сіткової схеми (3) характеризується ваговою оцінкою

$$\left\| \frac{u - y}{\min(x, 1-x)} \right\|_{\infty, \bar{\omega}} \leq M h \|u\|_{1, \infty},$$

де $M = 4\alpha(1 - \alpha/\sqrt{\pi})^{-1}/\sqrt{\pi}$ – стала, не залежна від h і $u(x)$.

У вагових оцінках теорем 1 і 2 враховано вплив крайової умови Діріхле. Для цього використано функцію $\rho(x) = \min(x, 1-x)$, яка характеризує відстань аргументу x до межових точок проміжку $(0,1)$.

Література

1. Самко С. Г., Килбас А. А., Маричев О. И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и техника, 1987. 688 с.
2. Makarov V. L., Mayko N. V. The boundary effect in the accuracy estimate for the grid solution of the fractional differential equation. *Comput. Methods Appl. Math.* 2019. Vol. 19, Iss. 2. P. 379–394. doi: <https://doi.org/10.1515/cmam-2018-0002>

**Моделювання процесів нестационарних коливань тришарових
циліндричних оболонок з кусково-однорідним заповнювачем**

Володимир Мейш

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

Юлія Мейш

Національний транспортний університет

Вступ. Можна виділити два основних напрямки побудови прикладних теорій шаруватих оболонок [1, 2]: теорії в яких основні співвідношення теорії багатошарових оболонок будуються на підставі інтегральних гіпотез (порядок розв'язуючої системи диференціальних рівнянь при цьому не залежить від числа шарів оболонки) і теорії, які базуються на застосуванні кінематичних та статичних гіпотез до кожного шару оболонки, що робить задачу складнішою внаслідок залежності загального порядку системи рівнянь від числа шарів оболонки. Останній варіант розглядається в даній роботі.

Матеріали і методи. Розглядається варіант рівнянь коливань тришарових оболонок обертання із застосуванням незалежних кінематичних та статичних гіпотез до кожного шару з урахуванням нормальних і зсувних деформацій в заповнювачі та деформацій зсуву в несучих шарах [1, 2]. Математична коректність моделі досягається шляхом використання варіаційного принципу Рейсснера для динамічних процесів [1, 2]. Розроблено чисельний метод розв'язання початково-крайових динамічних задач [1, 2]. Проведено порівняльний аналіз результатів динамічної поведінки оболонок згідно теорії прийняття незалежних гіпотез до кожного шару і теорії із застосуваннями інтегральних гіпотез до всього пакету шарів оболонки.

Результати. Розроблено алгоритми та програми розв'язування задач динамічної поведінки тришарових оболонок обертання з кусково-однорідним заповнювачем при нестационарних навантаженнях. На основі отриманих чисельних результатів проведено кількісний та якісний аналіз закономірностей динамічної поведінки неоднорідних конструкцій по товщині.

Висновки. В результаті чисельного моделювання задач динамічної поведінки неоднорідних тришарових оболонок отримано кількісні величини напружено-деформованого стану вихідних неоднорідних структур, в залежності від зміни фізико-механічних та геометричних властивостей конструкції та переметрів навантаження.

Література

1. Григолюк Э.И., Куликов Г.М. Развитие общего направления в теории многослойных оболочек // Механика композитных материалов. – 1988. – № 2. – С. 287–298.
2. Qatu M.S., Sullivan R.W., Wang W. Recent Research Advances in the Dynamic Behavior of Composite Shells: 2000 – 2009 // Composite Structures. – 2010. – 93, N 1. – P. 14 – 31.

Introduction.

A non-decreasing function F continuous on the left on $(-\infty; \infty)$ is said to be a probability law if $\lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1$ and $\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0$. If for $x \geq 0$ we put $W_F(x) = 1 - F(x) + F(-x)$ then $W_F(x) \downarrow 0$ as $x \rightarrow +\infty$. A composition of two probability laws F_1 and F_2 is defined by the equality

$$F(s) = (F_1 * F_2)(s) := \int_{-\infty}^{\infty} F_1(x-s) dF_2(x).$$

Materials and methods.

The theory of the function of a complex variable, the law of probability, the composition of the laws of probabilities, the generalized order, the class of convergence are used.

Results. We put $R_F = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1}{x} \ln \frac{1}{W_F(x)}$ and we will distinguish between two cases

$R_F = +\infty$ and $R_F < +\infty$, and for the research of the decrease of the function W_F we will use generalized orders. Let $R_F = +\infty$. For $\alpha \circ L$, $\beta \circ L$ and probability law we

define $\omega_{\varepsilon, \beta}[F] := \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} \frac{\alpha(x)}{\beta\left(\frac{1}{x} \ln \frac{1}{W_F(x)}\right)}$.

Theorem 1. If $\alpha \circ L_{si}$ and $\beta \circ L^0$ then $\omega_{\varepsilon, \beta}[F_1 * F_2] \leq \max\{\omega_{\varepsilon, \beta}[F_1], \omega_{\varepsilon, \beta}[F_2]\}$, and moreover if $\omega_{\varepsilon, \beta}[F_2] < \omega_{\varepsilon, \beta}[F_1]$ then $\omega_{\varepsilon, \beta}[F_1 * F_2] = \omega_{\varepsilon, \beta}[F_1]$.

Conclusions.

The aim of our note is research of connections between the decrease of function $W_{F_1 * F_2}$ and the decrease of functions W_{F_1} and W_{F_2} in terms of generalized orders and convergence classes.

Literature.

1. Linnik Ju.V., Ostrovskii I.V., Decomposition of random variables and vectors, M.: Nauka (1972), 479 (in Russian).
2. Kulyavets' L.V., Mulyava O.M. Sheremeta M.M. On belonging of characteristic functions of probability laws to a convergence class // Bull. Soc. Sci. Lett. Lodz, Ser Rech. Deform.- 2013.- V. 63, N 2. - P. 9-22.

Математичне моделювання як спосіб формування пізнавальної діяльності студентів

Олена Накемпій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Питання активізації пізнавальної діяльності студентів відносяться до числа найбільш актуальних проблем сучасної педагогічної науки і практики. Реалізація концепції сучасного освітнього процесу спрямована на розвиток творчого характеру діяльності студентів, експериментування і стимуляцію аналітичних здібностей за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Матеріали і методи. В роботі застосовувались теоретичні методи дослідження, зокрема аналіз наукової літератури. Проаналізовано та запропоновано метод активізації пізнавальної діяльності студентів - математичне моделювання.

Результати. У процесі навчальної діяльності виникає необхідність мотивації студентів на отримання і засвоєння нових знань, оволодіння вміннями і навичками і в результаті формування компетенцій. Найбільш ефективними прийомами активізації пізнавальної діяльності є наочні методи, які на основі зорового аналізатора забезпечують повноцінне набуття студентами нових знань, і прищеплюють їм навички правильного сприйняття, вміння виявляти істотні ознаки, встановлювати зв'язки в досліджуваних явищах. Вибір наочних методів навчання залежить від змісту матеріалу, що викладається, ступеня знайомства з ним школярів і доцільності його застосування. Наочні методи надають широкі можливості для самостійної роботи студентів. Практичні методи - це складне поєднання мовної взаємодії, наочності і практичної роботи.

Практична діяльність студентів організовує активізації пізнавальної діяльності та формування умінь і навичок аналітичного мислення. Впровадження моделювання фізичних явищ і процесів в курс середньої школи надає можливість учням не тільки оцінити характеристики і параметри досліджуваного об'єкта, а й дозволяє управляти об'єктом дослідження. Застосування математичного моделювання доповнює практичну частину досліджуваного матеріалу, розширюючи можливості експериментального і аналітичного вивчення за рамками навчальної діяльності в школі, тим самим стимулюючи пізнавальну діяльність і самостійну роботу студентів. Останнім часом математичне моделювання стало окремою міждисциплінарною галуззю знань. Моделі дозволяють зрозуміти будову різних об'єктів, навчитися керувати ними, прогнозувати результати впливу на об'єкт і т. п.

Особливо важливо, що у всіх природних науках застосовуються аналогічні математичні моделі, математичні поняття і операції, диференціальні рівняння і т. п. Саме в цьому виявляється єдність навколишнього світу і методу моделювання як методу пізнання. Створення математичної моделі фізичного процесу або явища містить кілька етапів:

I. Детальне вивчення фізичного процесу або явища. Вибір формулювання практичного завдання, складання програми дослідження.

II. Складання гіпотези, сформульованої в термінах задачі з урахуванням мети дослідження.

III. Розробка математичної моделі за допомогою прикладних пакетів продуктів і представлення у вигляді програми з візуалізацією результатів дослідження.

Розробка курсу практичних робіт з моделювання досить складна і вимагає від викладача високої професійної підготовки з орієнтацією на сучасний модернізований освітній процес і специфіку підростаючого покоління. Метод моделювання відіграє важливу роль не тільки в освітньому процесі студентів, а і в умовах школи стає необхідним компонентом навчального процесу і вирішує комплекс дуже важливих завдань, таких як:

- розвиток продуктивної творчості учнів;
- розвиток вищих форм образного мислення;
- застосування отриманих знань у вирішенні складових завдань;
- закріплення знань, отриманих учнями;
- підбір властивостей і можливості управління досліджуваними об'єктами;
- розуміння учнями суті фізичних явищ.

Важливо відзначити суттєву рису сучасного математичного моделювання: якщо раніше класичні схеми природничих, гуманітарних і точних наук були досить пасивними, то зараз вони все частіше набувають нормативно-цільовий характер. Такий підхід дозволяє не просто досліджувати процес сам по собі, але і змінювати його в потрібному напрямку. Моделювання завжди має попередньо фіксовану мету і є не просто формою матеріалізації попередньо відкритого в свідомості відношення, а дію його конструювання, що надає його евристичного характеру.

Висновки. Пізнавальні моделі забезпечують отримання нового знання, а навчальні - оволодінням цим знанням. Таким чином, метод моделювання дозволяє звести вивчення складного до простого, допомагає дітям «вчитися активно», формує універсальні навчальні дії, сприяє розвитку пізнавального інтересу учнів.

Література

1. Махней О.В. Математичне моделювання : навчальний посібник / О. В. Махней. — Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. — 372 с.
2. Махней О.В. Математичне забезпечення автоматизації прикладних досліджень / О.В. Махней, Т.П. Гой. — Івано-Франківськ : Сімик, 2013. — 304 с
3. Введение в математическое моделирование / Под ред. П. В. Трусова. — М. : Логос, 2005. — 440 с.

**Математична модель плоского деформування
в'язкопружних матеріалів абелівського типу**

Олександр Нещадим

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Олексій Зінкевич, Володимир Сафонов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Ефективні чисельні методи розв'язання прикладних задач про рух в'язкопружного матеріалу цікавлять як інженерів, так і науковців. Одним із таких методів, який успішно себе зарекомендував, є метод граничних інтегральних рівнянь [1, 2]. Метою дослідження є зведення математичної моделі про в'язкопружні деформації плоскої області з рухомою межею до граничних інтегральних рівнянь.

Матеріали і методи. Використовувались теоретичні положення математичної фізики і методи теорії потенціалів. Розглядались в'язкопружні матеріали, реологічні властивості яких узгоджуються з моделлю Работнова.

В плоскій в'язкопружній області $D(t)$, обмеженій гладким замкненим контуром $L(t)$, при $t \geq 0$ розв'язується квазістатичне рівняння руху

$$\begin{aligned} \mu \Delta \bar{u}(\bar{y}, t) + (\lambda + \mu) \text{grad} \text{div} \bar{u}(\bar{y}, t) - \mu \int_0^t q(t - \tau) [\Delta \bar{u}(\bar{y}, \tau) + \\ + \frac{1}{3} \text{grad} \text{div} \bar{u}(\bar{y}, \tau)] d\tau + \bar{f}(\bar{y}, t; \bar{u}) = \bar{0} \end{aligned} \quad (1)$$

при заданих напруженнях $\bar{p}_n(\bar{x}, t)$ в точках контуру :

$$\begin{aligned} 2\mu \text{Def} \bar{u}(\bar{x}, t) + \lambda \bar{n} \text{div} \bar{u}(\bar{x}, t) - \int_0^t \{ 2\mu q(t - \tau) \text{Def} \bar{u}(\bar{x}, \tau) - \\ - \frac{2}{3} \mu q(t - \tau) \bar{n} \text{div} \bar{u}(\bar{x}, \tau) \} d\tau = \bar{p}_n(\bar{x}, t). \end{aligned} \quad (2)$$

Тут $q(t) = \frac{ct^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}$ – ядро релаксації Абеля ($c > 0$, $\alpha \in (0, 1)$ – параметри матеріалу).

Із зростанням часу $t > 0$ межа $L(t)$ області $D(t)$ змінюється за законом

$\bar{x} = \bar{x}(l, t)$. При цьому довжина дуги $s(l, t)$ кривої $L(t)$ обчислюється за

формулою $s(l, t) = \int_0^l \left| \frac{\partial \bar{x}(l, t)}{\partial l} \right| dl$.

Результати. Розв'язок задачі (1) - (2) шукається у вигляді в'язкопружних потенціалів

$$\bar{u}(\bar{y}, t) = \bar{u}[\bar{f}] + \sum_{k=1}^2 \bar{e}^k \int_0^t d\tau \int_{L(\tau)} \bar{v}(l, \tau) \cdot \bar{v}^{(k)}(\bar{y} - \bar{x}; t - \tau) dl, \quad (3)$$

тут $\vec{u}[\vec{f}] = \sum_{k=1}^2 \vec{e}^k \int_0^t d\tau \iint_{D(\tau)} \vec{v}^{(k)}(\vec{y} - \vec{x}; t - \tau) \cdot \vec{f}(\vec{x}, \tau) ds$; $\vec{v}(l, t)$ – щільність

потенціалу;

$\vec{v}^{(k)}(\vec{y} - \vec{x}; t - \tau)$ – фундаментальний розв'язок рівняння (1). Цей розв'язок виражається через дві скалярні функції $\omega(\vec{x}, t)$ і $\varphi(\vec{x}, t)$:

$$4\pi\vec{v}^{(1)}(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau) = \text{rot } \vec{e}^3 \frac{\partial \omega(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau)}{\partial x_2} + \text{grad } \frac{\partial \varphi(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau)}{\partial x_1},$$

$$4\pi\vec{v}^{(2)}(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau) = -\text{rot } \vec{e}^3 \frac{\partial \omega(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau)}{\partial x_1} + \text{grad } \frac{\partial \varphi(\vec{x} - \vec{y}, t - \tau)}{\partial x_2};$$

їх вигляд наведено в роботі [3].

Підстановка виразу (3) у граничну умову (2) приводить до системи інтегральних рівнянь відносно компонент шуканої векторної щільності

потенціалу $\vec{v}(l, t)$:
$$\pi v_1(l_0, t) + \int_{L(t)} \sum_{i=1}^2 v_i(l, t) K_{1i}(l, l_0; t) \left| \frac{\partial \vec{x}(l, t)}{\partial l} \right| dl +$$

$$+ \int_0^t \tilde{k}(t - \tau) d\tau \int_{L(\tau)} \sum_{i=1}^2 v_i(l, \tau) k_{1i}(l, l_0; t, \tau) \left| \frac{\partial \vec{x}(l, \tau)}{\partial l} \right| dl = \psi_1(l_0, t); \quad (4)$$

$$\pi v_2(l_0, t) + \int_{L(t)} \sum_{i=1}^2 v_i(l, t) K_{2i}(l, l_0; t) \left| \frac{\partial \vec{x}(l, t)}{\partial l} \right| dl +$$

$$+ \int_0^t \tilde{k}(t - \tau) d\tau \int_{L(\tau)} \sum_{i=1}^2 v_i(l, \tau) k_{2i}(l, l_0; t, \tau) \left| \frac{\partial \vec{x}(l, \tau)}{\partial l} \right| dl = \psi_2(l_0, t),$$

де $K_{ij}(l, l_0; t)$ і $k_{ij}(l, l_0; t, \tau)$ – відомі ядра цих рівнянь, а функція $\tilde{k}(t)$ має

вигляд
$$\tilde{k}(t) = \frac{3k}{4\mu} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{4c\mu}{3k + 4\mu} \right)^n \frac{t^{n\alpha-1}}{\Gamma(n\alpha)}.$$

Висновки. Математичну модель задачі про плоске деформування в'язкопружних матеріалів абелівського типу зведено до системи гранично-часових інтегральних рівнянь другого роду. Досліджено цю систему та вказано підхід до її чисельного розв'язування.

Література: 1. Белоносов, С.М. Краевые задачи для уравнений Навье-Стокса / С.М. Белоносов, К.А. Черноус – М. Наука, 1985. – 312 с.
 2. Белоносов С.М. Применение интегральных представлений к решениям задач теплопроводности и динамики в'язкой жидкости/ Белоносов С.М., Овсиенко В.Г., Карачун В.Я. – К.: Выща шк., 1989. – 163 с.
 3. Нецадим О.М. Дослідження методом потенціалів плоских деформацій у задачах лінійної в'язкопружності. / Нецадим О.М., Гнучій Ю.Б. //Науковий вісник НУБіП України. Серія “Техніка та енергетика АПК”. – 2013. – Вип.184, Ч. 1. – С.251–257.

**Про ізометрії, пов'язані деформованими комутаційними
співвідношеннями**

Ольга Островська

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

Роман Якимів

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ми розглядаємо певну деформацію набору ізометрій з попарно ортогональними образами у гільбертовому просторі. А саме, ми вивчаємо властивості та зображення C^* -алгебри $\mathcal{E}_{1,n}^q$, породженої ізометріями $t, s_j, j = \overline{1, n}$, що задовольняють співвідношення

$$s_i^* s_j = 0, i \neq j, \quad t^* s_j = q s_j t^*.$$

В роботі [1] вивчалась C^* -алгебра $\mathcal{E}_{n,m}^q$ з $n, m \geq 2$, породжена сім'ями $\{t_j\}_{j=1}^m$ та $\{s_i\}_{i=1}^n$. Зокрема, було показано, що при $|q| < 1$ існує ізоморфізм $\mathcal{E}_{n,m}^q \simeq \mathcal{E}_{n,m}^0$, та при $|q| = 1$ клас C^* -ізоморфізму фактор-алгебри $\mathcal{E}_{n,m}^q$ за єдиним максимальним ідеалом не залежить від q та ізоморфний тензорному добутку алгебр Кунца $\mathcal{O}_n \otimes \mathcal{O}_m$.

Ми показуємо, що результат при $|q| < 1$ залишається вірним для $\mathcal{E}_{1,n}^q$.

Теорема 1.

Для довільного $q \in \mathbb{C}, |q| < 1$, існує ізоморфізм $\mathcal{E}_{1,n}^q \simeq \mathcal{E}_{1,n}^0$.

Зауважимо, що доведення містить явну конструкцію потрібного ізоморфізму, подібного до побудованого в [1].

Для випадку $|q| = 1$ ми отримали наступні факти.

Означення.

Зображення Фока π_F^q алгебри $\mathcal{E}_{1,n}^q$ - це єдине з точністю до унітарної еквівалентності незвідне $*$ -зображення, для якого існує вакуумний вектор Ω , $\|\Omega\| = 1$, для якого

$$\pi_F^q(s_j^*)\Omega = 0, \quad \pi_F^q(t^*)\Omega = 0, \quad j = \overline{1, n}.$$

Теорема 2.

Зображення Фока алгебри $\mathcal{E}_{1,n}^q$ існує та є точним.

Теорема 3.

C^* -алгебра $\mathcal{E}_{1,n}^q$ є ядерною. Також ми будемо аналог розкладу Вольда для таких сімей ізометрій, та вивчаємо незвідні зображення, що відповідають кожній з компонент такого розкладу.

Література. A. Kuzmin, V. Ostrovskyi, D. Proskurin and R. Yakymiv.

On q -tensor product of Cuntz algebras, preprint (2019),

<https://arxiv.org/abs/1812.08530>

Методи розв'язування інженерних задач з енергозбереження**Любов Павлюк***Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова*

Вступ. Підвищення якості підготовки фахівця у закладах вищої освіти залежить від рівня орієнтації студентів на технічний напрям підготовки та рівень розвитку їх технічного мислення.

Майбутні фахівці повинні вміти правильно і швидко працювати в нестандартних ситуаціях, вміти вирішувати інженерні завдання. У той же час для вирішення цих завдань необхідно: а) володіння методологією пошуку технічних рішень; б) вміння знаходити протиріччя і вирішувати їх. Методів розв'язування інженерних задач існує багато (близько 30), на першому етапі досить опанувати 5 - 8. У США і в деяких країнах Європи є спеціальні групи, які володіють такими методами і на цьому будують свій бізнес. Послугами цих груп користуються великі фірми (General Motors, Siemens і ін.) [1]. Пізнання методів дозволяє розвивати в особистості творчі здібності, що позитивно позначається не тільки на навчальний процес, а й надалі, при вирішенні практичних завдань. Відповідно до вимог освітнього стандарту випускник закладу вищої освіти повинен бути здатний: до пізнавальної діяльності; абстрактно і критично мислити; відповідально ставитися до навколишнього середовища; приймати нестандартні рішення і вирішувати проблемні ситуації; використовувати закони і методи природних наук як при вирішенні професійних завдань, так і при вирішенні нестандартних і екстремальних ситуацій [1].

Матеріали і методи. При розв'язуванні інженерних задач з енергозбереження у студентів розвивається творче мислення. У них з'являється інтерес до нового, виникає бажання вирішити задачу, побачити результат. Методи розв'язання інженерних задач сприяють кращому розумінню різноманітних дисциплін, тому що базуються на фізичних законах, на розумінні природних явищ і багатьох інших основах природних наук.

Так наприклад, студентам пропонується розв'язати задачу.

Визначити діаметр вітроколеса і частоту його обертання для вітроенергетичної установки з горизонтальною віссю обертання за такими даними: потужність генератора $N_r = 2$ кВт, середня швидкість потоку повітря $W_c = 5$ м/с, коефіцієнт використання енергії вітру $E = 0,32$. Коефіцієнт швидкохідності $Z = 8$; коефіцієнт корисної дії генератора $\eta_r = 0,98$.

Розв'язання.

1. Густина повітря приймаємо $\rho = 1,2$ кг/м³, коефіцієнт передачі $\eta_{\Pi} = 1$.

$$N_B = \frac{N_r}{\eta_r \cdot \eta_{\Pi}}, \text{ кВт} \quad (1)$$

$$N_B = \frac{2}{0,98 \cdot 1} = 2,04 \text{ кВт}$$

2. Площа поверхні вітроколеса, через яку проходить вітропотік:

$$F = \sqrt{\frac{2 \cdot N_B}{\rho \cdot W_c^3 \cdot E}}, m^2 \quad (2)$$

$$F = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,04 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 5^3 \cdot 0,32}} = 85 m^2$$

3. Діаметр вітроколеса:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, m \quad (3)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 85}{3,14}} = 10,4 m$$

4. Частота обертання:

$$\nu = \frac{Z \cdot W_c}{(2\pi \cdot R)}, c^{-1} \quad (4)$$

$$\nu = \frac{8 \cdot 5}{2 \cdot 3,14 \cdot 5,2} = 1,223 c^{-1}$$

Результати. Завдання такого типу ставляться перед майбутніми інженерами енергетиками. Ці завдання пов'язані з проектуванням енергетичних установок, будівництвом і реконструкцією альтернативних трансформаторних підстанцій, організацією їх ефективної експлуатації. Формують в студентів вміння планувати діяльність.

Звичайно, в процесі навчання енергозберігаючих технологій повинні існувати інші, не менш важливі цілі, такі як, наприклад, формування наукового світогляду, універсальних навчальних дій, необхідних не тільки інженерові. Але завдання формування інженерного мислення є перспективним засобом об'єднання і інтеграції зусиль всіх педагогів природничих і математичних дисциплін. Не можна заперечувати і той очевидний факт, що в підготовці майбутнього інженера або будь-якого фахівця в області техніки і високих технологій гуманітарна складова має вирішальне значення, як, втім, у вихованні людини і громадянина взагалі.

Висновки. Таким чином, нові вимоги суспільства, які стоять перед випускниками закладів вищої освіти, формують запити на інтелектуальні, творчі, комунікативні і морально-етичні якості особистості, що дозволяють успішно організовувати самостійну творчу діяльність. Комплексним показником високої якості вищої освіти є компетентність випускників закладів вищої освіти, проявлені ними на практиці, прагнення і здатність реалізувати свій інтелектуальний потенціал для успішної творчої діяльності в професійній сфері. Відповідно досягненню поставлених цілей сприяє розвиток інженерного мислення у студентів.

Література:

1. Гомонай М. В., Уфимцева А. М. Методы решения инженерных задач как инструмент углубления знаний. *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*. 2010. №. 3. С. 57–60.

Вступ

Математична модель - математичне уявлення реальності, один з варіантів моделі як системи, дослідження якої дозволяє отримувати інформацію про деяку іншу систему. Математична модель призначена передбачити поведінку реального об'єкта, та завжди є той чи інший ступінь її ідеалізації.

Матеріали і методи

Звідки береться математична модель літака? Зовсім не з теорії управління, а з аеродинаміки і подібних суміжних наук. Тому, що за багато років проектування в авіації склався певна формалізована основа математичних моделей літаків у вигляді певної системи диференціальних рівнянь. Ця система показала свою доцільність, і фахівцям з теорії управління залишається тільки "прив'язати" конкретний літак до цієї основи, по можливості, з мінімальними змінами. Такий спосіб істотно відсікає суб'єктивність проектувальників.

Які ж подальші шляхи формалізації проблемної ситуації? Звернемося знову до моделі літака. Система диференціальних рівнянь, згадана вище, записується зазвичай в так званій нормальній формі Коші:

$$\frac{dx}{dt} = F(x, u), \quad (1.1)$$

де x - вектор станів літака, вектор управління, F -деяка функція, t - час. Координатами вектора станів вибираються змінні, що визначають положення літака в поточний момент часу, наприклад, x_1 - дальність польоту або перша координата вектора x , x_2 - горизонтальна швидкість польоту або друга координата вектора x , x_3 - висота польоту, x_4 - вертикальна швидкість, x_5 - курс, x_6 - нахил траєкторії, x_7 - кут нахилу літака щодо центру його маса і інші змінні. Як координат вектора управління зазвичай вибираються u_1 - кут повороту керма напрямків, u_2 - кут повороту керма висоти, u_3 - кут повороту елеронів, u_4 - кут тяги та інші засоби управління. Система рівнянь (1.1) може бути розписана і в скалярній формі

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= F_1(x, u), \\ \frac{dx_2}{dt} &= F_2(x, u), \end{aligned} \quad (1.2)$$

.....

$$\frac{dx_n}{dt} = F_n(x, u),$$

де n - порядок системи.

Рішення кожного рівняння (1.2) дає деякий елементарний рух. Їх сукупність характеризує складну динаміку всього літака. Число n рівнянь може

доходити до 200, коли описується не тільки рух центру мас літака, але і рух навколо центру мас в тривимірному просторі, жорсткість крил літака, витрата палива, зміна положення центру мас і інші рухи.

Якщо перейти до моделі винахідницьких задач, то виникає питання, що ж може бути такими елементарними рухами, сукупність яких і визначає проблемну ситуацію?

На мій погляд, такими елементарними рухами можуть бути протиріччя, а кожне i -е рівняння системи (1.2) буде описувати розвиток i -ого протиріччя з координування $x_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Тоді вся система (1.2) має математично моделювати вихідну проблемну ситуацію нашої задачі.

Можна припускати, що математична модель може виявитися досить складною. Наприклад, систему з двох сотень диференціальних рівнянь аналізувати дуже важко, а розробити до неї автопілот, наприклад, просто неможливо. Тому систему рівнянь піддають декомпозиції. Для цього виділяють якусь траєкторію, напрямок, і розглядають рух, що відноситься тільки до цього напрямку.

Наприклад, рулювання літака по осьовій лінії злітно-посадкової смуги можна в найпростішому випадку описати всього двома рівняннями типу (2): одне для швидкості руху, а інше - для швидкості зміни швидкості, тобто прискорення.

Політ в тривимірному просторі найчастіше розбивають на два типи руху: поздовжнє - у вертикальній площині, і поперечне - в горизонтальній. Наприклад, траєкторія посадки в поздовжній площині може бути описана системою всього з 4-х рівнянь і т.д.

Результати

Під час роботи був розглянутий порядок створення системи диференціальних рівнянь для побудови математичної моделі літального апарату та випадки її використання.

Висновки

У висновку можна сказати, що побудова математичних моделей для літальних апаратів носить вкрай актуальний характер в наш час, коли аерокосмічні технології розвиваються вперед. Незважаючи на всю складність, опису кожного фактора окремим рівнянням, за допомогою комп'ютерних систем можна істотно спростити завдання.

Література

1. Петровський І.Г. "Лекції з теорії звичайних диференціальних рівнянь", 2004
2. Ерроусміт Д., Плейс К. "Звичайні диференціальні рівняння. Якісна теорія з додатками", 2006
3. Науковий Вісник МГТУ ГА, том 20, № 02 2017
4. Денисюк В.П., Репета В.К. "Вища математика. Модульна технологія навчання", 2009

Генетичний алгоритм у фізичних та інженерних задачах**Андрій Рябко, Володимир Толмачов***Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка*

Вступ. Генетичний алгоритм найчастіше використовують у фізиці при великій кількості експериментів, він дозволяє відповісти на питання чи існує прихована залежність між показниками чи ні. Генетичний алгоритм даємо нам найбільш точну функціональну залежність між показниками при обмеженій кількості за часом. Наприклад, фізики відкрили квантову заплутану пару що випускається рубіном завдяки генетичному алгоритму. Із застосуванням генетичних алгоритмів астрономами обчислена стала Хаббла, маса Сатурна, відстань до Малої Магелланової Хмари, маса центральної частини Чумацького Шляху [1].

Діяльність інженера-проектувальника також часто пов'язана з проблемою вибору потрібного технічного рішення в умовах величезної кількості альтернатив [3]. Наприклад, при розробці нових реактивних двигунів виникає завдання конструювання газової турбіни. Турбіна має більше 100 параметрів, на які накладено кілька десятків умов, так що існує близько 10^{380} різних варіантів рішення [2]. У зв'язку з означенням ознайомлення студентів фізико-математичних і технічних спеціальностей із сучасними технологіями еволюційного програмування набуває особливого значення.

Матеріали і методи.

Ідея генетичних алгоритмів запозичена у живої природи і полягає в організації еволюційного процесу, кінцевою метою якого є отримання оптимального розв'язку складної комбінаторної задачі. Генетичні алгоритми зазвичай використовуються для пошуку високоякісних рішень оптимізації, і спираються на оператори мутації, кросоверу і відбору.

Генетичний алгоритм – це математична модель еволюції популяції штучних особин. Формалізація постановки задачі, на вирішення якої спрямовано алгоритм, наступна. Припустимо нам потрібно оптимізувати деяку функцію $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Нехай ми шукаємо її глобальний максимум. Тоді, для реалізації генетичного алгоритму нам потрібно передбачити, як ми будемо зберігати рішення. Найзручніше помістити всі значення X_1-X_n у певний вектор, який буде грати роль «хромосоми». Формально хромосома – це сукупність символів $S_k = (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kN})$, де N – довжина вектора. Хромосома визначає пристосованість особини $f_k = f(S_k)$; $k = 1, 2, \dots, n$, n – чисельність популяції. Мета полягає у максимізації функції пристосованості $f(S_k)$, тобто у знаходженні особини з максимальною пристосованістю. Важливо відзначити, що генетичний алгоритм шукає розв'язки, якомога ближчі до оптимуму, але не гарантує знаходження точного максимуму функції пристосованості. Еволюція популяції моделюється послідовністю поколінь $\{S_k(t)\}$, $t = 0, 1, 2, \dots$. У кожен

наступний момент часу його склад змінюється з метою збільшення придатності особин. Це і є процесом еволюції популяції. Для кожного наступного покоління відбираються особини з відносно великими значеннями пристосованості. Хромосоми пристосованих особин «схрещуються» і піддаються невеликим «мутаціям». Відбір, схрещування, мутація – все це генетичні оператори.

Результати. Вивчення роботи генетичного алгоритму доцільно здійснювати у декілька етапів. В нашій роботі ми використовуємо Matlab. У даному застосунку наявні інструменти для наочного представлення роботи генетичного алгоритму – пакет Genetic Algorithm Tool, схеми моделювання Simulink MatLab. На другому етапі вивчення генетичних алгоритмів ми застосовуємо програмування. Наша програма написана на Matlab і містить основні компоненти генетичного алгоритму, включаючи відбір, кросовер, мутацію, елітарність. Для кожного методу написана окрема функція (crossover.m, mutation.m, selection.m, elitism.m) і генетичний алгоритм теж збережений у вигляді функції (GeneticAlgorithm.m).

Завдання ми формалізуємо таким чином, щоб його розв'язок був закодований у вигляді вектора («генотипу») генів, де кожен ген може бути бітом. Функція пристосованості (fitness function), яка підлягає оптимізації в результаті роботи генетичного алгоритму, міститься в окремому m-файлі. Функція має бути «гладкою» (неперервною і диференційованою). З отриманого масиву розв'язків вибираються найкращі розв'язки («хромосоми»). Генетичні оператори мутації і схрещування зупиняються при вичерпанні числа поколінь, відпущених на еволюцію (100 поколінь). Компонент генетичного алгоритму елітарність – це додатковий параметр селекції. Ця функція звільняє від конкурентного відбору кілька найбільш пристосованих «хромосом», безпосередньо переносячи їх в популяцію наступного покоління.

Висновки.

Генетичний алгоритм – це потужний метод глобальної оптимізації, який в останні роки активно використовується в науковій та інженерній практиці. Розроблену програму можна використовувати для оптимізації функцій пристосованості у фізичних і технічних задачах.

Література

1. Williams, K. R. Applications of Genetic Algorithms to a Variety of Problems in Physics and Astronomy. *Master's Thesis, University of Tennessee*, 2005. URL: https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/2535.
2. Бураков М. Генетический алгоритм: теория и практика. СПб. : ГУАП, 2008. 164 с.
3. Неймарк Е. Решение задачи загрузки уникального оборудования при помощи популяционно-генетического алгоритма. *ИБД*. 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-zagruzki-unikalnogo-oborudovaniya-pri-pomoschi-populyatsionno-geneticheskogo-algoritma> (дата звернення: 16.05.2020).

Вступ. При дослідженні властивостей відображень привабливою залишається неперервність. Це спонукало до введення значної кількості різних ослаблень неперервності та подальшого їх вивчення. Властивості аналогів неперервності розглядалися багатьма математиками. За останні десятиліття у цьому напрямі глибокі результати були отримані у працях В.К. Маслюченка та його учнів.

Матеріали і методи. В.К. Маслюченко увів різновидність квазінеперервності – поняття сильної квазінеперервності та показав, що сильна квазінеперервність рівносильна одночасній квазінеперервності та точковій розривності. Виявляється, що якщо в топологічному просторі X задано точково розривне відображення f зі значеннями в регулярному просторі Y і образ $f(M)$ деякої підмножини точок $M \subseteq X$, в яких відображення f майже ледь неперервне, є всюди щільним в множині усіх точок образу $f(X)$, то це відображення майже ледь неперервне у кожній точці $x \in X$ і, більш того, воно ледь неперервне. Однак, за вище названих умов навіть додаткова вимога всюди щільності в X множини точок $Q, Q \neq X$, в яких відображення f є майже квазінеперервним, не забезпечує квазінеперервності f у кожній точці простору X . На це вказують приклади. Якщо ж точково розривне відображення f зі значеннями в регулярному просторі Y є майже квазінеперервним у кожній точці $x \in X$, то воно буде квазінеперервним та, згідно з попереднім, і сильно квазінеперервним.

Результати. Має місце таке твердження.

Твердження 1. Нехай X – топологічний простір, Y – регулярний простір і $f: X \rightarrow Y$ – точково розривне відображення. Якщо існує всюди щільна в образі $f(X)$ множина $B \subseteq f(X)$, така, що $\text{Int } f^{-1}(\overline{V}) \neq \emptyset$ для кожного околу V будь-якої точки $u \in B$ в Y , то відображення f ледь неперервне.

Оскільки кожне майже квазінеперервне відображення є майже ледь неперервним, то одержуємо і таке твердження.

Твердження 2. Нехай виконуються умови твердження 1. Якщо існує підмножина $M \subseteq X$, в кожній точці якої відображення f є майже квазінеперервним, така, що її образ $f(M)$ щільний в множині $f(X)$, то f – ледь неперервне відображення.

Висновки. Встановлено зв'язок між точковою розривністю та деякими аналогами квазінеперервності.

Вплив імпульсних збурень на крутильні коливання нелінійно пружних тіл

Богдан Сокіл

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

Марія Сокіл

Національний університет «Львівська політехніка»

Наталія Сокульська

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

Вступ. Особливістю динамічних процесів кавзілінійно-пружних тіл, які обертаються навколо нерухомої осі, є залежність частоти власних коливань від амплітуди навіть для незбурених їх аналогів. Проблема значно ускладнюється для тіл, пружні властивості матеріалу яких мають чітко виражені нелінійні пружні властивості. У математичній постановці аналогічними до них є задачі із так званою геометричною нелінійністю. У випадках, коли вказані “нелінійності” з достатнім ступенем точності вдається описати степеневими чи близькими до них аналітичними залежностями, на базі принципу одночастотності коливань [1] у поєднанні із Ateb- функціями [2, 3] розроблено методику інтегрування відповідних нелінійних математичних моделей. Подібні результати отримано і для випадку одночастотних поздовжніх коливань пружних тіл за умов, коли збурення руху можна описати аналітичною функцією [4, 5]. Проте багато практичних задач пов’язано із миттєвою дією навантаження. Такі задачі для випадків кавзілінійних математичних моделей процесу частково знайшли розвиток, наприклад, в [6]. Що стосується досліджень нелінійних коливань під дією миттєвих збурень, то для них існує низка проблем математичного характеру. Саме частковому їх розв’язанню за умови найбільш важливого із теоретичної і практичної сторін випадку - періодичної дії імпульсного збурення присвячена робота.

Матеріали і методи. Розглядається випадок коливань нелінійно-пружних тіл, які обертаються навколо нерухомої осі під дією імпульсних збурень. Для них розроблено методику дослідження, що базується на: поширенні основних ідей асимптотичних методів нелінійної механіки на нові класи систем із розподіленими параметрами; принципі одночастотності коливань у нелінійних системах із багатьма ступенями свободи та розподіленими параметрами; використанні Ateb-функцій для побудови розв’язків нелінійних диференціальних рівнянь із степеневою нелінійністю; властивостях $\delta(\dots)$ - функцій та систем функцій, які описують форми власних нелінійних коливань.

Результати. У сукупності наведене дозволило отримати: умови існування резонансних коливань пружного тіла; базові співвідношення, які описують вплив основних зовнішніх та внутрішніх чинників на закони зміни амплітуди та частоти крутильних коливань пружного тіла як для нерезонансного, так і резонансного випадків. Шляхом аналізу отриманих результатів зокрема встановлено, що:

а) для жорстких пружних характеристик тіла резонансне явище має місце для більших амплітуд крутильних коливань за більших величин частоти імпульсного збурення, а для м'яких – навпаки;

б) амплітуда переходу через резонанс приймає більше значення у випадку, коли точки прикладання імпульсних збурень знаходяться ближче до кінців пружного тіла та для більших значень частот зовнішнього збурення;

в) для більш жорстких характеристик пружного тіла і менших швидкостей переходу через резонанс.

Висновки. Із результатів отриманих у роботі випливає, що нелінійно пружні характеристики тіла значною мірою впливають на якісну картину крутильних коливань – частота динамічного процесу залежить від амплітуди. Тому резонансні явища, зумовлені імпульсним збуренням мають місце за певного співвідношення між періодом останнього та амплітудою коливань. Отримано умову існування вказаних коливань, описано закон зміни амплітуди пружного тіла при переході через резонанс. Встановлено, що резонансне явище для більш жорстких характеристик пружного тіла має місце за більшої частоти імпульсного збурення і одночасно амплітуда проходження через резонанс є більшою; для більших швидкостей проходження резонансу величин амплітуда проходження резонансу як для жорстких, так і м'яких пружних характеристик пружного тіла є меншою.

Отримані теоретичні результати можуть стати базою для узагальнення їх на випадок складніших крайових умов в т.ч. на випадок дії імпульсного збурення на кінці пружного тіла, а достовірність їх підтверджується отриманням у граничному випадку при $\nu \rightarrow 0$ відомих [1] результатів, які стосуються квазілінійних коливань пружних тіл. Щодо практичного їх використання, то вони в першу чергу можуть служити базою для вибору таких кутових швидкостей обертання пружних тіл, які унеможливають у них резонансні явища.

Література.

1. Митропольский Ю. А. Асимптотические решения уравнений в частных производных / Ю. А. Митропольский., Б. И. Мосеенков. – Киев: Вища школа, 1976. – 84 с.
2. Сеник П.М. Обернення неповної Beta-функції / П.М. Сеник // Укр. мат. журн. – 1969. – 21, № 3. – С. 325-333.
3. Назаркевич М. Дослідження залежностей Beta- та Ateb-функцій. Lviv Politechnic National Institutional Repository [http:// ena. lp.edu.ua](http://ena.lp.edu.ua) .2012.
4. Сокіл Б. І. Періодичні Ateb-функції в дослідженні одночастотних розв'язків деяких хвильових рівнянь / Б. І. Сокіл // Праці наукового товариства ім. Шевченка.– 1997.– Т. I.– С. 588–592.
5. Sokil, B.I., Barvinskii, A.F. An asymptotic expansion for a class of nonlinear differential equations (1980) Ukrainian Mathematical Journal, 32 (5), pp. 465-468.
6. Перестюк М.О. Деякі сучасні аспекти асимптотики теорії диференціальних рівнянь з імпульсною дією / Перестюк М.О., Чернікова О.С. // Укр. мат. журн. – 2008. – 60, с. 81-90.

Класифікація реалізацій алгебр Лі векторних полів на окружності

Станіслав Спічак

Інститут математики НАН України, Київ

Вступ. Опис реалізацій алгебри Лі векторними полями на прямій і площині вперше розглянута С. Лі. Незважаючи на важливість цієї проблеми для застосувань, лише нещодавно повний опис реалізацій почав систематично досліджуватися (див. напр. [1]). В [2] побудовано повна множина нееквівалентних реалізацій дійсних алгебри Лі розмірності не більше чотирьох у векторних полях у просторі з довільним (кінцевим) числом змінних.

Майже у всіх роботах з даної теми реалізації розглядаються з точністю до локальних перетворень еквівалентності. Спроби класифікувати реалізації алгебри Лі в векторних полях на деякому многовиді з точністю до глобальних перетворень еквівалентності (на цілому многовиді) були зроблено лише в кількох роботах (див. напр. [3]).

Результати. Нами побудовано всі реалізації скінченновимірних алгебр Лі на окружності з точністю до перетворень еквівалентності векторних полів. При цьому, на відміну від [3], ми не обмежуємось вимогою аналітичності відповідних функцій, які визначають такі поля.

Спочатку були описані всі реалізації розв'язних алгебр Лі, а потім реалізації алгебр з ненульовим фактором Леві. Зокрема, була доведена важлива для даної класифікації

Теорема. Будь-яка реалізація алгебри $sl(2, \mathbb{R})$ векторних полів на окружності еквівалентна формі

$$\langle \sigma^n(\theta)(1 - \cos(n\theta)) \frac{d}{d\theta}, \frac{1}{n} \sin(n\theta) \frac{d}{d\theta}, \sigma^n(\theta) n^{-2} (1 + \cos(n\theta)) \frac{d}{d\theta} \rangle$$

, де $\sigma^n(\theta) = \pm 1$ – константи на напіввідкритих інтервалах $[2\pi k n^{-1}, 2\pi(k+1)n^{-1})$, $k = 0, \dots, n-1$.

Також, знайдені деякі комбінаторні формули для кількості реалізацій цієї алгебри.

Література.

1. Zhdanov R.Z, Lahno V.I. and Fushchych W.I., On covariant realizations of the Euclid group, Comm. Math. Phys. 212 (2000), 535–556.
2. Popovych R.O., Boyko V.M., Nesterenko M.O. and Lutfullin M.W., Realizations of real low-dimensional Lie algebras, J. Phys. A: Math. Gen. 36 (2003), 7337–7360
3. Zaitseva V.A., Kruglov V.V., Sergeev A.G., Strigunova M.S. and Trushkin K.A., Remarks on the loop groups of compact Lie groups and the diffeomorphism group of the circle, Tr. Mat. Inst. Steklova 224 (1999), Algebra. Topol. Differ. Uravn. i ikh Prilozh., 139–151; translation in Proc. Steklov Inst. Math. 224 (1999), 124–136.

**Групова класифікація класу (2+1)-вимірних лінійних рівнянь
ціноутворення азійських опціонів**

Станіслав Спічак

Інститут математики НАН України

Валерій Стогній, Інна Копась

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Методами групового аналізу диференціальних рівнянь досліджується такий клас (2+1)-вимірних лінійних рівнянь ціноутворення азійських опціонів

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + f(S) \frac{\partial V}{\partial A} - rV = 0, \quad (1)$$

де $V = V(t, S, A)$, r і σ – сталі, $f(S)$ – довільна гладка функція.

Рівняння (1) містить низку відомих рівнянь азійських опціонів [1], [2]. Широке застосування рівняння (1) в задачах фінансової математики викликають беззаперечний інтерес до отримання його точних розв'язків. Оскільки теоретико-групові методи дають змогу інтегрувати диференціальні рівняння, які мають нетривіальні групи інваріантності, то актуальною є задача повної групової класифікації диференціального рівняння з довільною функцією, яка дає змогу із заданого класу рівнянь виділити ті, що мають широкі симетрійні властивості.

З точки зору теоретико-групових методів було досліджено лише окремі випадки рівняння (1) [3], [4], тоді як вичерпного опису симетрійних властивостей диференціальних рівнянь із цього класу ще не було проведено.

Використовуючи метод Лі–Овсяннікова проведено повну групову класифікацію рівнянь (1), у результаті якої виділено всі нееквівалентні підкласи, які мають алгебру інваріантності ширшу, ніж основна алгебра інваріантності рівнянь класу (1).

Література.

1. Barucci E., Polidoro S., Vespri V. Some results on partial differential equations and Asian options / Math. Models Methods Appl. Sci. – 2001. – **11**. – P. 475–497.
2. Fares Al-Azemi, Ovidiu Calin. Asian Options with Harmonic Average / Appl. Math. Inf. Sci. – 2015. – **9**, No. 6. – P. 2803–2811.
3. Caister N.C., Govinder K.S., O'Hara J.G. Optimal system of Lie group invariant solutions for the Asian option PDE / Math. Methods Appl. Sci. – 2011. – **34**. – P. 1353–1365.
4. Спічак С.В., Стогній В.С., Копась І. М. Симетрійні властивості та точні розв'язки (2+1)-вимірних лінійних рівнянь ціноутворення азійських опціонів / Зб. праць Інституту математики НАН України. Т. 16, № 1. – Київ: Ін-т математики НАН України, 2019. – С. 164–173.

**Розрахунок на стійкість овальної циліндричної оболонки
для лінійного моментного докритичного стану**

Євген Сторожук

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

Вступ. Кругові та некругові циліндричні оболонки з композитних матеріалів знаходять широке застосування в якості несучих елементів конструкцій сучасної техніки і споруд. Досягнення діючими навантаженнями критичних значень є надзвичайно небезпечним, оскільки нестійка форма рівноваги конструкції при цьому буде втрачена, що викличе практично необмежений ріст деформацій і напружень. Тому розрахунки елементів конструкцій на стійкість мають важливе значення. Особливий інтерес представляє отримання аналітичних розв'язків задач даного класу.

Матеріали і методи. Розглянемо нескінченно довгу незамкнену циліндричну оболонку овального поперечного перерізу, яка виготовлена з композитного матеріалу і навантажена поверхневими та крайовими силами, рівномірно розподіленими вздовж твірної. Тоді переміщення, деформації і напруження в кожному поперечному перерізі оболонки будуть однаковими, а всі шукані величини будуть змінюватися тільки вздовж напрямної.

За вихідні співвідношення при дослідженні стійкості даного класу оболонок приймемо рівняння уточненої теорії гнучких пологих оболонок, побудованої з використанням гіпотези прямої нормалі (з врахуванням деформацій поперечного зсуву). Геометричні співвідношення запишемо згідно геометрично нелінійної теорії оболонок в квадратичному наближенні, а фізичні – на основі узагальненого закону Гука. Критичне навантаження визначається як мінімальне власне значення лінеаризованої біфуркаційної задачі з врахуванням моментного характеру докритичного (початкового) стану [1].

Результати. Для оболонки з шарнірно та жорстко закріпленими повздовжніми краями і кривиною поперечного перерізу, що задається тригонометричними функціями, побудовано аналітичний (точний) розв'язок лінеаризованої задачі (рівнянь нейтральної рівноваги) при дії рівномірного зовнішнього тиску і поперечних погонних сил.

Висновки. Таким чином, в роботі отримано формули для обчислення критичних значень двох видів статичного навантаження та форм втрати стійкості податливої на поперечний зсув довгої циліндричної оболонки овального перерізу. Побудований розв'язок може бути використаний для оцінки критичних навантажень, отриманих чисельними методами. В подальшому представляє інтерес дослідження стійкості даного класу оболонок з врахуванням нелінійності докритичного стану.

Література

1. Алфутів Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. – Москва: Машиностроение, 1991. – 336 с.

Методика розрахунку розподілу густини струмів в електропровідному дископодібному роторі електродинамічного гальма

Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій

Вступ. На теперішній час все більше поширення знаходять електромеханічні пристрої дископодібної форми. В якості гальмівного пристрою ротора вітросилової установки можна використовувати електродинамічне гальмо, вбудоване в корпус установки. Електродинамічні гальма зручно інтегруються в робочі органи багатьох машин і механізмів.

Створення електродинамічних гальмівних пристроїв вимагає розробки наукових засобів моделювання процесів у провідному середовищі – роторі, що обертається у неоднорідному магнітному полі. Крім того, аналітичне моделювання [1], знаходження аналітичного рішення розподілу магнітної індукції та густини струмів, дозволяє аналізувати та оцінювати ефективність деформації стаціонарного магнітного поля, створеної конструктивними особливостями магнітної системи електродинамічного пристрою.

Матеріали і методи. Робота направлена на знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів в електропровідному дисковому роторі електродинамічного гальма. Оскільки розподіл магнітного поля у робочому проміжку електродинамічного гальма суттєво впливає на його робочі параметри і характеристики, актуальним є проведення досліджень електромагнітного поля в повітряному проміжку і роторі, розподілу вихрових струмів в роторі та умов для створення гальмівного моменту.

Розглядається електродинамічне гальмо з електропровідним ротором-диском радіусу r і товщиною d_ϕ , що обертається в повітряному проміжку навколо осі z з кутовою швидкістю ω на відстані $\frac{d_3}{2}$ від зубцевої поверхні магнітопроводу індуктора.

Результати. Для знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів були прийняті наступні обмеження:

- електропровідний диск гальма було умовно поділено на три зони: $r < r_1$ і $r_2 < r < R$, (R - радіус диску), де відсутня неоднорідність магнітного поля, та робочу зону при $r_1 \leq r \leq r_2$, де магнітне поле неоднорідне (r_1 і r_2 - менший і більший радіуси робочої зони диску відповідно);
- індукція стаціонарного магнітного поля B_c в повітряному проміжку індуктора при нерухомому диску вважається заданою;
- еквівалентний зазор $d_{екв}$ - відомим;
- магнітне поле неоднорідним, періодичним по кутовій координаті;
- компоненти векторів магнітної індукції B_r та напруженості магнітного поля H_r по координаті r відсутніми;

- компоненти векторів напруженості електричного поля E_z та густини струму δ_z по координаті z відсутніми.

Для розв'язання системи рівнянь електромагнітного поля в роторі і повітряному проміжку прийнято відому модель [2], яка полягає в заміні нерівномірного проміжку (зубцево-пазової поверхні) рівномірним (плоскою поверхнею) з уявними поверхневими струмами, які і обумовлюють неоднорідність магнітного поля.

Закон розподілу цих поверхневих струмів, що адекватно відображає реальне, задається для зручності функціями Бесселя [3]. Систему рівнянь в символічній формі електромагнітного поля в електропровідному середовищі для гармонічних складових електромагнітного поля з числом пар полюсів p зведено до рівняння відносно густини струму в циліндричній системі координат r, ϕ, z , а далі до системи трьох рівнянь відносно компонент $\delta_{pr}, \delta_{p\phi}, \delta_{pz}$ гармонічної складової густини струму. З припущенням $\delta_{nospr} = 0$, систему зведено до рівняння відносно однієї компоненти гармонічної складової густини струму δ_{nospr} , яке є рівнянням в частинних похідних другого порядку з правою частиною.

Знайдено частинний і загальний розв'язки цього рівняння для всіх значень радіусу r - радіальну та кутову компоненти густини струму. Отримано формулу для розрахунку густини струму в дисковому роторі в залежності від його розмірів по заданому початковому значенню гармонічної складової магнітної індукції в робочому зазорі при нерухомому роторі.

Висновки. Знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів в електропровідному диску електродинамічного гальма дозволяє проаналізувати ефективність деформації магнітного поля та розраховувати розміри елементів магнітної системи. Отримані формули для розрахунку компонент густини струмів в дисковому роторі електродинамічного гальма дозволяють визначити гальмівний електромагнітний момент електродинамічного дископодібного гальма, виходячи із потужності втрат, що спрощує розрахунки.

Література.

1. Титко А.И. Метод расчета вихревых токов в проводящих телах / А.И. Титко, В.Л. Чечурин // Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт. – 1989. – №6. – С.69-74
2. Полищук В.И. Устройство защиты обмотки ротора синхронного генератора от двойных на землю и витковых замыканий / В.И. Полищук, А.Н. Новожилов, М.П. Воликова // Электричество. – 2012. – №6. – С. 54–59.
3. Циганкова Г. А. Електромагнітна модель електродинамічного гальма із зубцево-пазовою конфігурацією зазору індуктора / Г. А. Циганкова // Праці Інституту електродинаміки НАН України – 2013. – вип. 34. – С. 41-45.

**Передача навантаження від пружного кільцевого штампа до
пружного півпростору з початковими (залишковими) напруженнями**

Наталія Ярецька

Хмельницький національний університет

Вступ. Контактні задачі є важливим розділом механіки деформівного твердого тіла і формують теоретичну основу для розрахунків на контактну міцність, жорсткість та зносостійкість рухомих і нерухомих з'єднань.

Прикладні потреби природознавства, сучасної техніки і новітніх технологій у різних галузях науки, що пов'язані із необхідністю прогнозування контактної поведінки різноманітних конструкцій, стимулювали в останні десятиліття розвиток різних математичних моделей і методів контактної механіки тіл з різними властивостями.

Одним з важливих факторів при контактній взаємодії є вплив початкових напружень, які практично завжди присутні в реальних конструкціях і деталях машин, тому розробка ефективних методів розрахунку напружено-деформованого стану з врахуванням початкових деформацій є актуальною і важливою науково-технічною проблемою.

На даний момент по проблемам, що мають відношення до контактних задач, для пружних, в'язкопружних і пластичних тіл отримані результати з широкого кола питань. І вони достатньо відображені у численних публікаціях періодичних видань. Але не дивлячись на суттєві досягнення, кількість досліджень з контактної взаємодії тіл з початковими напруженнями відносно мала. Так детальний огляд задач контактної взаємодії пружних тіл з початковими напруженнями представлений у роботах [1].

Перші роботи з контактної взаємодії тіл з початковими напруженнями присвячені взаємодії попередньо напружених тіл із жорсткими та пружними штампами без початкових напружень [1, 2]. Причому розглядаються або пружні потенціали конкретної структури, або задача ставиться в загальному вигляді для стисливих (нестисливих) тіл з потенціалом довільної структури на основі лінеаризованої теорії пружності.

Матеріали і методи. У даній роботі, з використанням співвідношень лінеаризованої теорії пружності [1], досліджено питання передачі навантаження від пружного кільцевого штампа до пружного півпростору з початковими (залишковими) напруженнями без врахування сил тертя. Дослідження виконано у загальному вигляді для стисливих і нестисливих тіл для теорії великих початкових деформацій та двох варіантів теорії малих початкових деформацій при довільній структурі пружного потенціалу.

Дослідження проведено в координатах початкового деформованого стану Oy_i , що пов'язані з лагранжевими координатами: $y_i = \lambda_i x_i$ ($i=1, 2, 3$), де λ_i – коефіцієнти видовження, що визначають переміщення початкового стану.

Прийнято, що початкові стани у півпросторі та кільцевому штампі – однорідні та рівні, а пружні потенціали – двічі неперервно-диференційовані функції алгебраїчних інваріантів тензора деформації Гріна [1]. Крім того, дія

штампа викликає у півпросторі мале збурення основного напружено-деформованого стану.

Нехай скінченний попередньо напружений кільцевий штамп з плоскою основою та висотою H , геометрична вісь симетрії якого збігається з віссю u_3 циліндричної системи координат (r, θ, u_3) та спрямована в середину півпростору, передає на нього навантаження P , після виникнення там початкового деформованого стану. R_1, R_2 – відповідно внутрішній і зовнішній радіуси штампа. Будемо вважати, що зовнішнє навантаження прикладене тільки до вільного торця пружного штампа. Під дією навантаження всі точки торця штампа переміщуються в напрямку осі симетрії u_3 на сталу величину ε . Будемо вважати, що поверхні поза областю контакту залишаються вільними від впливу зовнішніх сил, а в зоні контакту переміщення і напруження – неперервні.

Також, матеріали штампа та півпростору вважаємо ізотропними стисливими або нестисливими. У випадку ортотропних матеріалів приймається, що пружно-еквівалентні напрямки співпадають з напрямками осей координат.

Результати. Для поставленої задачі у системі циліндричних координат виписано граничні умови [3]. Також, для випадку рівних [3] та нерівних коренів визначального рівняння [1] було визначено напружено-деформований стан у контактуючих стисливих (нестисливих) тілах.

В результаті, врахування граничних умов [3] приводить поставлену задачу до парних інтегральних рівнянь, які у свою чергу зведено до інтегрального рівняння типу Фредгольма II роду. Розв'язки задачі представлено у вигляді рядів, коефіцієнти яких визначаються з нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Вільні члени та коефіцієнти якої у свою чергу залежать від структури пружного потенціалу, висоти кільцевого штампа та коренів визначального рівняння [1]. Визначивши невідомі величини із вказаної системи, обчислено контактні характеристики як у пружному кільцевому штампі, так і в пружному півпросторі.

Також було проведено чисельний розв'язок системи для потенціалів конкретної структури (гармонічного, Бартенєва-Хазановича та Трелоара).

Висновки. На підставі проведеного дослідження можна стверджувати, що при постійному зовнішньому навантаженні початкові напруження істотно впливають на основні контактні характеристики тіл, що взаємодіють.

Література.

1. Гузь А.Н., Бабич С.Ю., Глухов Ю.П. Смешанные задачи для упругого основания с начальными напряжениями. – Германия, Saarbrücken LAPLAMBERT Academic Publishing. – 2015. – 468 с.
2. Yaretskaya N. F. Contact Problem for the Rigid Ring Stamp and the Half-Space with Initial (Residual) Stresses. // [International Applied Mechanics](#). – 2018. – 54, №5. – Pp. 539-543.
3. Yaretska N. O. Research of contact interaction of preliminably stressed annular stamp and half-space with initial (residual) stresses (case of equal roots). // N. O. Yaretska, N. V. Gripinska //East European Scientific Journal - Warsaw, Poland, 2018. – Volume 9 (37), part 3. – pp. 52-62.

ПІДСЕКЦІЯ І.2

МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

**New approach to thematic preparation for EIA
in mathematics: geometry**

Oleksandr Shkolnyi

National Dragomanov Pedagogical University

Yurii Zakhariichenko

National University «Kyiv-Mohyla Academy»

Introduction. External Independent Assessment (EIA) is now the main instrument of evaluation of the quality of mathematical training for Ukrainian senior school students. In particular, it is used for conducting the State Final Attestation (SFA) of academic achievements of graduates, as well as as a tool for competitive selection of applicants to Ukrainian high education institutions. Thus, we have no doubt about the importance and the need for research on various aspects of preparation for the EIA in mathematics. One such aspect is the thematic repetition of the school mathematics course.

Based on our experience in training students to EIA, during this repetition we divide the whole mathematics course into 10 thematic blocks: «Numbers and expressions», «Functions», «Equations and systems of equations», «Inequalities and systems of inequalities», «Text problems», «Elements of mathematical analysis», «Geometry on the plane», «Geometry in the space», «Coordinates and vectors», «Elements of combinatorics and stochastics». This division that allows repeated repetition of the same material throughout the preparation process for the EIA.

During more than last 15 years, our author's team has been constantly working to provide methodological support for the process of preparation for the EIA in mathematics. The theory and methodology of assessing the academic achievement of senior school students in Ukraine is given in the monograph [1]. For the training and systematization of the school mathematics course, we use the methodological set of books [2] and [3]. Previously, we have considered certain aspects of thematic preparation for independent testing, but since then the contingent of EIA participants has changed significantly, as well as the methodological views of our author's team on this problem are also developed.

Research methods. To achieve our goals we use some theoretical methods, such as an analysis of methodological literature on the research subject. Also we apply some empirical methods: observation of the training process of the students during their studying on training courses for the EIA in mathematics and analysis of the results of their achievements.

Results. Geometry plays an extremely important role in the school course of mathematics. On the one hand, geometric objects have numerous practical applications in both everyday life and in many sciences. In particular, the ability to find areas of flat figures and body volumes allows students to adequately perceive tangible reality. Geometry, on the other hand, is perhaps the only school discipline that creates the child's abstract thinking. The axiomatic structure of geometry is similar to the logical structure of many formal systems, which include legal law,

moral and ethical rules, religious and political constructs, and so on. In addition, the ability to make correct judgments from the right starting points to make the right conclusions is essential for any modern person.

For these reasons, geometric problems have to be presented in the math tests. At the same time, both application to practical tasks and testing the ability to justify abstract statements are important. In particular, open-ended tasks with full explanation serve the purpose of achieving the latter goal. We can be limited by tasks of this form in student's preparation to the EIA, because they are the most effective for teaching mathematics and feedback. However, after finishing each of the 10 thematic blocks, it is natural to perform a diagnostic thematic test in which to use all forms of test tasks inherent in the EIA math test. In the speech we will describe in detail how to organize the training process for this topic and give some methodological tips for teachers who provide this preparation.

Conclusions. The role of geometry in shaping students' abstract thinking is enormous. In fact, only geometry is the only discipline at school that can achieve this goal. Therefore, geometric problems require proper attention during preparing to SFA and EIA. It is up to the teacher to be aware of their importance and to convey this importance to children. At the same time, their attention should be paid to the fact that the main thing in geometry is the proper reasoning of all logical steps for solving of every problem.

We believe that well-organized thematic training for EIA and SFA in mathematics will allow teachers to overcome the problems encountered by students in the systematization and repetition of the school mathematics course. We hope that the offered methodological tips will be useful for all teachers involved in this process. We plan to continue the series of our publications, devoted to repetition features for all of the above thematic blocks with providing the summary test, solutions to the basic tasks and with providing of methodological comments to them.

References

1. Shkolnyi Oleksandr V. (2015). *Osnovy teorii ta metodyky ociniuvannia navchal'nyh dosiahnen z matematyky uchniv starshoyi shkoly v Ukrayini* [The basic of theory and methodology of educational achievements for senior school students in Ukraine]. Monograph. Kyiv: Dragomanov NPU Publishing.
2. Zakhariichenko Yurii O., Shkolnyi Oleksandr V., Zakhariichenko Liliana I., Shkolna Olena V. (2019). *Povnyi kurs matematyky v testah. Encyklopediya testovyh zavdan': U 2 ch. Ch. 1: Riznorivnevi zavdannia* [Full course of math in tests. Encyclopedia of test items. In 2 parts. Part 1. Tasks of different levels]. 9-th edition. Kharkiv: Ranok.
3. Zakhariichenko Yurii O., Shkolnyi Oleksandr V., Zakhariichenko Liliana I., Shkolna Olena V. (2019). *Povnyi kurs matematyky v testah. Encyklopediya testovyh zavdan': U 2 ch. Ch. 2: Teoretychni vidomosti. Tematychni ta pidsumkovi testy* [Full course of math in tests. Encyclopedia of test items. In 2 parts. Part 2. Theoretical information. Thematic and final tests]. 3-rd edition. Kharkiv: Ranok.

**STEM як сучасний напрямок інноваційного розвитку
природного-математичної освіти****Наталія Арнаута***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

STEM технології - це один з основних напрямів інноваційного розвитку природничо-математичної освіти, який на сьогоднішній день в Україні набирає обертів. STEM технології вдало поєднують креативність та технічні знання. Однією із основних цілей впровадження цього напрямку є розвиток логічного та математичного мислення й інтуїції, технічної й математичної грамотності, навичок науково-дослідної діяльності, творчих здібностей, необхідних для подальшого використання математики у професійній діяльності. Тому впровадження STEM - освіти є перспективним напрямком.

Розглянемо використання STEM-технологій на прикладі вивчення однієї з тем вищої математики: «Визначники та їх властивості». Можна провести невелику дослідницьку роботу. Скориставшись відомими комп'ютерними програмами обчислимо різноманітні визначники, такі, що містять однакові рядки (стовпці), пропорційні рядки (стовпці), нульовий рядок (стовпець), виносити спільний множник з елементів одного рядка (стовпця), з усіх елементів визначника, міняти рядки і стовпці місцями тощо. І на основі отриманих результатів зробити висновки про властивості визначників або використавши поняття алгебраїчного доповнення вивести формулу для обчислення визначників n -порядку. Дослідницькі роботи такого плану можна проводити під час вивчення різних тем вищої математики, використовуючи різноманітне програмне забезпечення.

Часто STEM-технології використовуються при розв'язуванні прикладних задач. При цьому необхідно навчальний процес акцентувати на професійній діяльності, спрямованій на успішне застосування отриманих знань у визначених STEM-галузях. Це можуть бути задачі біологічного характеру щодо процесу розмноження бактерій, ріст популяції комах, швидкості ходу хімічної реакції, фізичного змісту швидкості руху, виконану роботу тощо, для розв'язання яких потрібно використовувати різні розділи вищої математики.

При підготовці економічних спеціальностей вивчення вищої математики супроводжується розв'язуванням економічних задач. Тому навіть дисципліна на цих факультетах часто називається не «Вища математика», а «Математика для економістів» або «Математика для управлінців». Студенти мають змогу відразу на практиці бачити застосування елементів вищої математики.

Отже, впровадження STEM - освіти є перспективним напрямком.

STEM – технології доцільно використовувати у навчальному процесі природничо-математичних та економічних факультетів університетів. При цьому тип прикладних задач повинен залежати від майбутньої професії, яку отримає студент.

**Implementation of technologies of distance learning
in the study of mathematical disciplines**

Olena Bilous

Sumy State University

Introduction. The current stage of social development is characterized by the active introduction of new information technologies in all spheres of human activity. One of the new approaches in the study of fundamental disciplines is the introduction of blended learning, whose role is to combine electronic (distance) learning and traditional classroom instruction [1, 2]. The purpose of the work is to analyze the possibilities and effectiveness of the application of electronic mathematical distance course, in parallel with the traditional teaching of material for students of day department of specialties of physical and technical direction. It also examines the introduction of blended learning elements for a particular math course, as well as the selection of a core set of e-learning components that best complement traditional learning.

Material and methods of research. In the course of the study the analysis of domestic and foreign publications related to the topic of the study, special methodological literature on the issues of the effectiveness of different models of education, innovation in higher education, the use of distance courses, construction and organization of a model of blended learning. Practical research methods include: introduction of an e-course; combining classroom learning with online learning; interviewing and questioning students-students of the course; a comparative analysis of the success of the group whose students were connected to the e-course and the group of the same stream whose students were not connected.

Results. The blended learning model gives students new opportunities to study disciplines, as you can not only review the required online material at any time, but also test, test your knowledge of a particular topic or subject as a whole, get acquainted with additional sources, that exactly match the topics you have completed. Thus, for mathematical disciplines, there is a need for a rational combination of traditional and distance learning components for their effective interaction in the learning process.

In order to fulfill the relevant student preparation tasks, an electronic higher mathematics course has been developed and has been used for several years. This course is taught in parallel with the traditional classroom material for full-time students. It is posted on the SSU mixed learning platform at <https://mix.sumdu.edu.ua>. The presentation of the SSU Blended Learning Platform is at https://issuu.com/yuriyzuban/docs/mix_sumdu.

The creation of an electronic higher mathematics course has several goals, in particular to motivate all students to study more thoroughly the fundamental discipline, to interest successful students in the study of separate additional sections, to orient and direct those students who wish to study the course on their own. It should be noted that each student of the university has a personal cabinet in which there is a possibility of authorized connection to the courses, which are presented to

the students of the respective year of study. Students are keenly interested in connecting to the e-course, and attendance statistics show that each course attendee connects online not only to submit modular assignments but also to view and participate in other pages of the course, with an average of at least 1, 5 hours a week. The introduction of the e-learning course into the learning process opens up new opportunities for improving the effectiveness of learning. In [1], such advantages of this form of learning as flexibility and accessibility are highlighted. Yes, students can get an education at a good time and in a convenient place. They are given the opportunity to vary the time, place and pace of their educational activities, to study the selected sections of the course in-depth, to exercise self-control of the progress of the educational material. Including being outside the university. However, the advantages of organizing such a form of education should also be attributed to cost effectiveness, ie a significant reduction in the costs of organizing the educational process. For example, in order to organize a student's independent work, the need for large print runs of printed educational and methodical literature disappears because the materials are provided electronically.

Conclusions. The blended learning model is best for students. It allows you to study the planned material at a convenient speed, perform control measures as readily and not necessarily in the audience, to have constant access to educational materials. The transition to a mixed model of teaching mathematical disciplines requires a conceptual approach in the preparation of the Web-component course, experimentally tested and psychologically substantiated educational and controlling elements of the course. Advantages of E-Course Connection:

- the possibility of delivering a problematic lecture in the following format: the content and highlights of the lecture are announced on the course website before the scheduled lecture time (additional message is sent), which allows students to familiarize themselves in advance, and to teach the teacher more in-depth material in the audience;
- availability of an electronic lecture summary, which allows students who are absent from the audience to navigate in the disassembled material in a timely manner; overall, it is easier for students to retrieve lecture details;
- electronic homework is convenient, first of all, because the teacher and the student are not tied to the time of transferring and checking the assignment.

References

1. Al-Qahtani A. A., Higgins S. E. Effects of traditional, blended and e-learning on students' achievement in higher education / Journal of Computer Assisted Learning, 2013. №29(3), P. 220–234. doi: 10.1111/j.1365-2729.2012.00490.x
2. Ya-Wen Lin, Chih-Lung Tseng, Po-Jui Chiang The Effect of Blended Learning in Mathematics Course / EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, 2017. 13(3). P.741-770. doi:10.12973/eurasia.2017.00641a

**Дистанційна форма організації навчального процесу:
переваги та недоліки**

Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасне суспільство постійно ставить перед системою вищої освіти нові завдання, що полягають у зміні змісту, форм і методів навчання. В силу обставин, що складаються у світі, постає необхідність готовності до дистанційної форми навчання.

Матеріали і методи. Традиційно, дистанційне навчання є формою освітнього процесу, що орієнтоване на індивідуалізацію освітнього процесу. За даними ЮНЕСКО дистанційне електронне навчання одного студента приблизно втричі дешевше очного навчання в системі освіти тієї ж країни. В Україні дистанційна форма освіти було запроваджена ще в 2000 році і регулюється Концепцією розвитку дистанційної освіти в Україні і Положенням про дистанційну освіту МОН України [1].

В сучасному світі, з швидким темпом розвитку технологій та змін вимог до спеціаліста, дистанційні технології навчання можна розглядати як природний етап еволюції традиційної системи освіти від дошки з крейдою до електронної дошки й комп'ютерних навчальних систем, від звичайної аудиторії до віртуальної. В багатьох країнах дистанційна освіта є пріоритетним напрямом реорганізації традиційної системи.

Результати. Основними переваги дистанційного навчання є:

1. значно більший вибір навчального закладу та освітніх можливостей, незалежно від місцеперебування та фінансових можливостей.
2. навчання у відповідності до власного темпу та часу засвоєння знань та організації життя.
3. потреба у використанні під час процесу навчання нових сучасних технологій, програм підвищує рівень майбутнього фахівця.

Основні недоліки:

1. необхідність наявності у студента вміння навчатися самостійно, здатність до самоорганізації та вчасного виконання завдань.
2. відсутність або обмеженість живого спілкування між викладачем та студентом (відбувається менш ефективна, безособистісна передача знань).
3. забезпечення достатнім технічним обладнанням та постійним доступом до мережі Інтернет.

Висновки. Дистанційна форма навчання передбачає інше розуміння сутності навчання, ролі викладача і студентів у цьому процесі. Для ефективності такого навчання необхідна відповідна технічна база, програмне забезпечення та технічна підтримка організації навчального процесу забезпечена ВЗО.

Література.

1. Самолюк Н. Актуальність і проблемність дистанційного навчання / Н. Самолюк, М. Швець // Нова педагогічна думка. - 2013. - № 1.1. - С. 193. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd_2013_1_50

**Особлива роль курсу «Числові системи»
у професійній підготовці вчителя математики**

Наталія Верпатова

Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова

Вступ. На сучасному етапі підготовки педагогічних кадрів важливим є формування професіоналізму вчителя, його професійної майстерності. Існує навіть ціла наука про майстерність професійної діяльності людини – акмеологія. Професійність вчителя обов'язково вимагає наявності спеціальних математичних знань, володіння методами навчання математики та володіння такими властивостями особистості, що дозволять втілити процес навчання та отримати бажані результати.

Все це вносить специфічні особливості у зміст математичної підготовки в педагогічному закладі вищої освіти, порівняно з класичними або технічними університетами. З точки зору професійного спрямування в математичній підготовці майбутніх вчителів математики важливе місце посідають такі курси як «Числові системи», «Основи геометрії» і т.п., які не вивчають в класичних, а тим більше в технічних університетах.

Для математичної підготовки вчителя великого значення мають такі алгебраїчні поняття, як групи, кільця, поля, векторні простори та ін. Для цих питань виникає можливість ефективного їх повторення в курсі «Числові системи». В цьому курсі перетинаються основні алгебраїчні, впорядковані та топологічні структури. І в той же час цей курс виступає основою професійної діяльності вчителя, оскільки вивчення та застосування чисел в шкільному курсі математики складає головну лінію.

В цьому курсі, після того як студент засвоїв основні курси лінійної алгебри, алгебри та теорії чисел, геометрії, математичного аналізу, йому пропонується подивитися на шкільну математику з нових позицій, усвідомити її не строгість в деяких питаннях, виявити та усунути прогалини в шкільних доведеннях, перевести інтуїтивні знання про числа на тверде підґрунтя доведень, виходячи з аксіом.

Курс «Числові системи» виступає певним містком між циклами університетських та шкільних математичних дисциплін. Ефективність курсу досягається використанням та ілюстрацією провідних методів наукового пізнання: аксіоматичного, метода математичної індукції, метода узагальнень. Це надасть можливість майбутньому вчителю математики в перспективі вийти на цілеспрямовану реалізацію гуманітарного потенціалу шкільного курсу математики. Крім цього, курс «Числові системи» надає широкі можливості не тільки для формування предметно- та професійно- значущих знань та вмінь студента про число та числові системи, він розкриває зв'язок між знаннями, набутими в університеті з тими знаннями, які складають базу для викладання математики в школі, а також і для розвитку його самостійності, формування

позитивної мотивації до навчання та майбутньої роботи вчителем математики, що підвищує якість його предметно-методичної підготовки в цілому.

Бажано на всіх етапах формування числових систем, як різних алгебраїчних систем, аналізувати та узагальнювати раніше набутий досвід студента, пов'язувати його з шкільним курсом. Це підвищить зацікавленість майбутнього вчителя до набуття нових знань. Необхідно донести до студента те, як пов'язані питання університетських курсів з шкільним курсом математики, навіщо вивчається те чи інше питання, як воно буде пов'язане з діяльністю вчителя, співставити шкільний та університетський варіанти викладу тієї чи іншої теми, введення того чи іншого поняття. Доречно під час лекцій та практичних занять більше посилатися на відомі шкільні твердження та приклади, що дозволить студентам з більш високого рівня поглянути на вже відомі факти.

Унікальність курсу «Числові системи» полягає ще в тому, що він ілюструє закон відповідності процесу розвитку знань та мислення у дитини з історичним процесом народження та становлення знань. Розуміння цієї закономірності допоможе майбутньому вчителю у викладанні математики, сприятиме більш свідомому розумінню матеріалу.

Курс «Числові системи» відіграє також велику роль у формуванні математичної культури майбутнього вчителя, він привчає його до строгої логічності у викладі матеріалу. Майбутній вчитель має розуміти, що строгі математичні міркування – відмінна ознака математики, характерна риса математичного мислення, розвинене в математиці вміння строго міркувати є елементом загальної культури людини. Але при цьому слід розуміти, що зайва формалізація математики може перешкоджати розвитку інтуїції та повноцінному засвоєнню матеріалу. Тому інколи ми маємо варіювати рівні строгості. Студенту потрібно пояснити, де межа застосування таких нестрогих міркувань, він має усвідомлювати коли таке міркування доречне, а коли може привести до неоднозначності сприйняття.

Висновки. Таким чином, курс «Числові системи» формує загальнофілософські, математичні, психолого-педагогічні та методичні компоненти професійно-педагогічної підготовки майбутнього вчителя.

Література.

1. М. В. Працьовитий, В. І. Біленко, К. В. Боженок. Про необхідність оновлення змісту дисципліни “Числові системи” як наукової основи математичної освіти / // Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету : матеріали звітної науково-практичної конференції викладачів, докторантів та аспірантів, 14-18 березня 2016 року. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2016. – С. 83-85.

Огляд онлайн-сервісів з метою впровадження дистанційного навчання математики під час вимушеного карантину

Марина Віра

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Протягом останнього століття у світі утвердилася класно-урочна форма навчання в школі. Така форма створювала складну систему відносин між вчителем і учнем, яка носила індивідуальний характер. Складність полягала в тому, щоб за короткий проміжок часу – урок, забезпечити максимально швидкий та зрозумілий для кожного учня навчальний процес, в якому кожен учень має вивчити, закріпити, відтворити. Вцілому, порівнюючи з попередніми підходами, вона не має рівних. Але з появою цифрових технологій у класно-урочної форми з'явився молодий та перспективний конкурент – дистанційне навчання.

Дистанційне навчання – поєднання нових технологій, які забезпечують реалізацію навчання на відстані в інтерактивному режимі за допомогою використання ІКТ. Основними принципами є інтерактивна взаємодія, надання можливості самостійного освоєння досліджуваного матеріалу, а також консультаційний супровід у процесі навчальної діяльності.

Дистанційне навчання дає можливість учасникам освітнього процесу підтримувати діалог на відстані. Навчання відбувається у зручному місці й у зручний час для кожного учня, стає більш індивідуалізованим, але потребує активної самостійної роботи. Дистанційне навчання – це можливість для формування таких якостей: активність, самоорганізація, самоконтроль, творчість тощо. Для учнів і вчителів, вимушений карантин – це виклик. Найскладніше для вчителя – в обмежений час підготувати матеріали для дистанційного навчання, для учнів найскладніше – розпланувати свій день.

У доповіді здійснюється порівняльний аналіз ефективності використання сервісів для організації онлайн-конференцій, таких як Zoom, Skype, Meet.Google з метою реалізації дистанційного навчання математики, а також тестових оболонок MyTest, Classtime для реалізації контролю навчальних досягнень [1, 2].

Література.

1. Кисельова К. Як провести віртуальний урок: покрокова інструкція та лайфхаки вчителів з усього світу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/experience/virtualna-shkola-pokroкова-instruktsiya-ta-lajfhaky-vchyteliv-z-usogo-svitu/>.
2. Якименко О. Classtime і математика. Розробка уроку з геометрії, 10 клас, профільний рівень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osvitaua.com/2020/04/89319/>.

Організація роботи математичного гуртка в закладі позашкільної освіти

Тетяна Каганцова

Глухівський національний педагогічний університет ім.О.Довженка

Динамічні зміни, що відбуваються у сучасному суспільстві, обумовлюють нові вимоги до освітньої підготовки спеціалістів. Сьогодні конкурентоспроможна та людина, яка здатна до практичного використання отриманих знань та умінь. В умовах інтеграції у світову систему освіти особливо актуальним стає забезпечення належного рівня якості технічної освіти, що неможливо без базової математичної підготовки [4].

Математика – фундаментальна наука, основи якої широко використовують як у природничих та інженерно-технічних галузях, так і майже в усіх сферах життєдіяльності людства. Як наука і навчальний предмет, математика є унікальним засобом формування освітнього, розвивального й інтелектуального потенціалу особистості[4].

Вивчення математики в закладі загальної середньої освіти на світовому рівні перестає концентруватися навколо завдання формування предметних знань і умінь, а орієнтується на освітні результати зовсім іншого типу. На перший план виходять завдання формування інтелектуальної, дослідницької культури учнів: здатності самостійно мислити і будувати траєкторію отримання знань; пізнавати ситуацію, що вимагає застосування математики, і ефективно діяти в ній; використовуючи набуті знання в якості особистого ресурсу [2]. Важливою метою є розвиток математичного мислення і інтуїції, творчих здібностей, необхідних для продовження освіти і для самостійної діяльності у застосуванні математичних знань на практиці в майбутній професії. Постає питання про зміну функцій освітнього процесу в усіх закладах освіти, зокрема позашкільних [3].

Організація позашкільної діяльності дітей та учнівської молоді є одним з резервів підвищення якості та інтенсивності вирішення завдань суспільства в галузі освіти[2]. Головна мета закладів позашкільної освіти – створення умов для творчого, інтелектуального, духовного та фізичного розвитку дітей та учнівської молоді у вільний від навчання час, задоволення їх освітніх потреб шляхом залучення до наукової, експериментальної, дослідницької, конструкторської та інших видів творчої діяльності.

Основним завданням гурткової роботи з математики в закладі позашкільної освіти є забезпечення певного рівня математичної культури, необхідного для повноцінної участі в повсякденному житті, продовження освіти і трудової діяльності [4]. В програмному матеріалі гуртка «Глибини математики» передбачено подавати історію математики в просторі, в часі та в особах: розглядається її зародження, розвиток і функціонування; здійснюється відтворення її структури та зв'язки з іншими галузями людської діяльності; розповідається про творців математики, як науки; висвітлюється процес формування математичних методів, теорій, ідей і понять. Завдяки здобутим

знанням історичного матеріалу можна урізноманітнити діяльність учнів (виступи з повідомленнями на конференціях та інтелектуальних конкурсах, участь у роботі МАН тощо), створити умови для більш ґрунтовного і свідомого засвоєння математичних понять, сформувані в учнів уявлення про математику як частину загальної культури людства. Важливим завданням роботи гуртка «Олімпіадна математика» є оволодіння вихованцями методами та прийомами розв'язування завдань підвищеної складності, під час роботи над якими формуються такі якості особистості, як цілеспрямованість, наполегливість, уважність, дисциплінованість, формуються творчі здібності.

Працюючи в закладі позашкільної освіти на посаді методиста та керівника гуртка, вбачаю актуальною роботу над темою: «Критичне мислення як один із компонентів моделювання життєвозначущих орієнтирів людини ХХІ століття». При організації гурткової роботи з дітьми середнього, старшого шкільного віку працюю з використанням тренінгових технологій та стратегій по розвитку критичного мислення.

Тренінг сьогодні – найефективніша модель включення особистості в міжособистісне спілкування і діяльність, які спрямовані на самопізнання, розвиток, саморозвиток та самовдосконалення особистості [1]. В поєднанні зі стратегіями критичного мислення, тренінгові технології дозволяють здобути такі освітні результати, як уміння працювати в різних галузях знань з інформаційним потоком; уміння висловлювати свої власні думки усно та письмово, чітко та коректно стосовно оточуючих; уміння формувати особисту точку зору на підставі осмислення різноманітного досвіду, ідей та уявлень; уміння розв'язувати проблеми; здатність самостійно займатися власною освітою; вміння співпрацювати та працювати в групі.

Та сама по собі технологія не вичерпує арсеналу можливостей формування компетентностей у вихованців гуртка, до того ж, без методів навчання математики навряд чи можна опанувати математичну інформацію, формувати предметні знання та вміння. Тому оптимальним варіантом вважаю поєднання на занятті елементів критичного мислення, тренінгових технологій з традиційними методами навчання математики. Переконана, що саме так можна досягти кінцевої мети – формування особистості, готової до життя у світі, що постійно змінюється. Одне з головних завдань – навчити вихованця вчитися, навчити самостійно здобувати знання – вирішується не в загальному плані, а саме на кожному занятті математичного гуртка.

Література

1. Богосвятська А.І., Кудрик Л.Г. Сучасний педагог – тренер з розвитку і гармонізації особистості. Посіб. для вчителя-практика. Львів, 2018. 56 с.
2. Зотова О. Організаційно-педагогічні форми та методи позаурочної роботи. *Рідна школа*. 2001. № 6. С. 8-9
3. Інтерактивні технології на уроках математики. / упор. І.С.Маркова. Харків, 2007. 128 ст. (Б-ка журналу «Математика в школах України»; вип. 3(51))
4. Організація освітнього процесу в гуртках фізико-математичного профілю в закладі позашкільної освіти: методичний посібник. / за ред. Т. М. Каганцова. Суми, 2020. 168 с.

Про викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії іноземним студентам технічних спеціальностей НАУ

Олена Карупу, Тетяна Олешко, Валерія Пахненко

Національний авіаційний університет

Вступ. В багатьох університетах України здійснюється підготовка іноземних студентів. Зокрема, майбутні фахівці авіаційної галузі навчаються в Національному авіаційному університеті (НАУ). Тому в нашому університеті традиційно приділяють велику увагу вирішенню різноманітних організаційних та методичних питань, пов'язаних з навчанням іноземних студентів з різних країн світу.

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 Національному авіаційному університеті (НАУ) з 1999 року на окремих напрямках впроваджується англомовне навчання, коли викладання всіх предметів здійснюється англійською мовою. В навчанні в таких групах зацікавлені як іноземні, так і українські студенти, зорієнтовані на наступне працевлаштування в авіаційних компаніях, що здійснюють міжнародні перевезення.

Перед викладачами, задіяними у роботі в англомовних групах в рамках Програми “Вища освіта іноземною мовою”, виникає ціла низка питань щодо специфіки викладання математичних дисциплін англійською мовою студентам, для яких ця мова не є рідною. Починаючи з 2007 року в рамках Програми “Вища освіта іноземною мовою” в НАУ ми проводимо дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам в Національному авіаційному університеті.

Матеріали та методи. Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу з лінійної алгебри 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 аналізу суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анонімного анкетування і відкритих дискусій.

Результати. Навчальними планами підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей за всіма спеціальностями передбачено вивчення лінійної алгебри. В НАУ для студентів більшості спеціальностей питання лінійної алгебри викладаються в складі відповідних розділів синтетичної дисципліни “Вища математика” і тільки для окремих спеціальностей, що потребують поглибленої математичної підготовки, ці питання викладаються в складі дисципліни “Лінійна алгебра та аналітична геометрія”.

Основні проблеми, що постають при викладанні іноземним студентам лінійної алгебри та аналітичної геометрії пов'язані як з їх слабким рівнем шкільної

підготовки саме з геометрії, так і з низьким рівнем сприйняття ними абстрактних питань алгебри.

При вивченні іноземними студентами модуля лінійної та векторної алгебри в цілому непогано засвоюється мікромодуль “Елементи векторної алгебри”, причому достатньо ефективно теоретичні знання використовуються для розв’язування задач. Дещо складнішим для них є засвоєння мікромодуля “Елементи лінійної алгебри”. Відмітимо, що більшість іноземних студентів непогано оперують з визначниками і матрицями. Значні труднощі у них починаються при вивченні мікромодуля “Лінійні простори та лінійні оператори. Білінійні та квадратичні форми”, як на рівні розуміння теоретичного матеріалу, так і при розв’язуванні задач.

Основні проблеми, що постають при викладанні іноземним студентам аналітичної геометрії, пов’язані з їх слабким рівнем шкільної підготовки саме з геометрії і особливо з стереометрії. Тому у більшості іноземних студентів практично відсутнє просторове мислення. Відмітимо, що засвоєння мікромодулів “Пряма на площині” та “Криві другого порядку” є відносно непоганим. Набагато складнішими для засвоєння цими студентами є мікромодулі “Площина і пряма у просторі” та “Поверхні другого порядку”. Особливо важкими для вивчення іноземними студентами (на жаль, і українськими також) є мікромодулі “Дослідження алгебраїчних рівнянь кривих другого порядку” та “Дослідження алгебраїчних рівнянь поверхонь другого порядку”, що є наслідком як недостатнього рівня навичок оперування квадратичними формами, та і низького рівня аналітичних навичок при їх застосуванні.

Висновки. Проведено аналіз практики викладання англійською мовою окремих питань лінійної алгебри в складі дисциплін “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” та “Вища математика” іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними спеціальностями в Національному авіаційному університеті. Розглянуто особливості викладання в технічному університеті цих тем, проаналізовано стан його методичного забезпечення і надано певні рекомендації по роботі викладача для покращення засвоєння більшості тем студентами різних категорій.

Зокрема, рекомендується приділяти більшу увагу виробленню навичок розпізнавання основних типів найпростіших задач. Рекомендується детальна алгоритмізація викладачем цього процесу при проведенні практичних занять і консультацій. При роботі зі студентами зі слабкою математичною і мовною підготовкою рекомендується надавати студентам алгоритми розпізнавання найпростіших типів типових задач.

Корисним, особливо для іноземних студентів, є також використання різноманітних опорних конспектів, причому певну ефективність має адаптація їх форми для студентів різних спеціальностей.

The Formation of Skills in Applying the Concepts of Limit and Derivative of a Function to Physical Tasks

Iryna Kovalska

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

Olena Radzievska

National University of Food Technology

Introduction. Various physical processes are associated with changes and the rate of change. The mathematical interpretation of the rate of change is a derivative; therefore, the use of the concepts of limit and derivative of a function to study various physical processes is very important.

Materials and methods. We use various physical problems to introduce the notions of limit and derivative.

Results. A function is the object of study in calculus and a limit transition is the main method of mathematical analysis. Therefore, to study these topics, it is important to consider not only abstract definitions, but also provide examples of the use of these concepts. The rate of change of all quantities studied by physics are characterized precisely through the concept of a derivative, and hence through a limit. Hence for understanding physical phenomena it is not sufficient to study only mathematical concepts of limit and derivative. We have to develop skills of using these notions to solve physical problems. For this we propose to consider some physical notion where we use notion of derivative, such as velocity, acceleration, strength of electric current. When considering the physical meaning of a derivative, it is always proposed to consider the instantaneous velocity of rectilinear motion. In this case, rarely pay attention to the fact that the velocity (velocity is vector, speed is scalar) is a vector quantity. Therefore, we propose to consider the following example.

Let the material point moves along a known trajectory. . It is assumed that the motion is described in a coordinate way, i.e. the dependence of the radius vector of the point on time $\vec{r} = \vec{r}(t)$ is given. The end of the radius vector just describes the path along which the point moves. Displacement a point over time is the difference in the radius vectors of a point at time Δt is $\Delta \vec{r} = \vec{r}(t_0 + \Delta t) - \vec{r}(t_0)$. Otherwise, we can say that this is the increment of the radius vector over time. When $\Delta t \rightarrow 0$ then the displacement will be directed along the tangent to the trajectory at the point t_0 corresponding to the

moment. Let's construct the quantity $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t_0 + \Delta t) - \vec{r}(t_0)}{\Delta t}$. In the limit on the right

side, the derivative of the radius vector of the point with respect to time is obtained. We also offer to show how the derivative is used to study the velocity of a material point, if a graph of the dependence of displacement on time is known.

Conclusions. To develop skills in the use of mathematical concepts in modeling physical phenomena, it is necessary to solve practical problems in the study of these concepts.

Вплив математики на розвиток економіки**Наталія Кузьмінська***КПІ ім. Ігоря Сікорського***Олена Радзівська***Національний університет харчових технологій*

Вступ. Сучасну економічну науку неможливо уявити без широкого застосування математичного моделювання. Сутність цієї методології полягає в заміні вихідного об'єкта його «зразком» – математичною моделлю. Твердження, що економіка близька по духу і принципу до математики, неодноразово зазначалось економістами. Так Вільям Стенлі Джевонс у своїй роботі писав: «наша наука повинна бути математичною, просто тому, що вона має справу з кількостями».

Матеріали і методи. Дослідження проведене на основі аналізу наукової літератури з математичної економіки.

Результати. Перші спроби застосувати математику в економічній теорії пов'язують з кількісними дослідженнями в економіці XVII ст., коли виникає новий напрямок в економічній теорії – «політична арифметика», засновником якого був англійський вчений Вільям Петті. Він у своїх «Нарисах політичної арифметики» проводив статистичні обчислення і знаходив відповідність на підставі зібраних ним цифр, наприклад, про населення земної кулі в різні періоди часу, про періоди подвоєння населення, про відносне багатство різних країн і т. п. Цей напрямок ознаменував перші кроки у формалізації економічних процесів, але більшість з них тепер здаються наївними. У XVIII ст., крім арифметики, в економічній теорії стали використовувати і алгебру. Так, наприклад, П'єтро Веррі розглядав формулу визначення ціни, використовуючи відношення кількості покупців до кількості продавців. Дослідження в математиці часто приводило до введення нових фундаментальних понять в економіку. Так для розв'язання Петербурзького парадоксу Даніїл Бернуллі ввів поняття корисності, яке зараз є основоположним в економіці. У середині XIX ст. у роботах Огюста Коші, Бернарда Больцано, Карла Вейєрштрасса була розроблена строга теорія границь. Заміна дискретності неперервністю давала можливість використовувати досягнення математики для аналізу граничних економічних показників. Взагалі граничні міркування здавались на стільки важливими, що стали основою для економічного напрямку «маржиналізм». Економічна думка періоду кінця XIX – початку XX ст. робила значний наголос на математику, чим і демонструвала зростаючий інтерес з приводу її використання. Ознаками цієї тенденції були перейменування дисципліни, від більш старої назви «політична економія» до нової – «економіка», яка рифмується з «математикою», і головним чином завдяки ініціативі видатного економіста А. Маршалла. Поєднання економічної теорії, математики і статистики у 1930 році приводить до заснування нового наукового напрямку «Економетрики». «Його основною метою має бути сприяння дослідженням, які

спрямовані на об'єднання теоретико-кількісного і емпірично-кількісного підходу до економічних проблем та які пронизані конструктивним і строгим мисленням, подібним до того, що стало домінувати в природничих науках» (Економетричне товариство розділ I Конституція).

У 1969 році Р. Фріш і Я. Тінберген (J. Tinbergen) були удостоєні першої Нобелівської премії з економіки «за створення і застосування динамічних моделей до аналізу економічних процесів». Як відомо, Нобелівська премія з економіки – це премія Центрального банку Швеції з економічних наук пам'яті Альфреда Нобеля, заснована з нагоди святкування трьохсотріччя Центрального банку Швеції. Центральний банк звернувся до Нобелівського фонду і Королівської академії наук Швеції, щоб домовитися про умови і правила отримання премії за економічні досягнення.

У 1939 році Л.В. Канторович (1912–1986) опублікував роботу «Математичні методи організації і планування виробництва», у якій сформулював новий клас екстремальних задач з обмеженнями і розробив ефективний метод їх розв'язання. Вивчення подібних задач привело до створення нової наукової дисципліни – лінійне програмування і відкрило новий етап у розвитку економіко-математичних методів. У 1949 році американський математик Джордж Бернард Данциг (George Bernard Dantzig) створив ефективний метод розв'язання задач лінійного програмування – симплекс-метод.

Не буде перебільшенням сказати, що багато математичних теорій виникли завдяки і для вирішення практичних, зокрема, економічних задач. Яскравим прикладом в цьому сенсі є теорія ігор – розділ дослідження операцій, що вивчає прийняття рішень у конфліктних ситуаціях. Свідчення цього – назва першої фундаментальної монографії з теорії ігор: «Теорія ігор та економічна поведінка», написана творцями цієї науки Дж. Фон Нейманом і О. Моргенштерном в 1953 році. Розділи дослідження операцій і методів оптимізації найбільш пристосовані для дослідження так званих статистичних задач, тобто для дослідження економіки в деякому зафіксованому або «застиглому» стані, без урахування динаміки. Для врахування впливу тимчасового фактора залучаються інші розділи прикладної математики. В першу чергу – це теорія оптимального управління, що сформувалася більше 50 років тому, завдяки фундаментальним результатам Л. С. Понтрягіна і Р. Беллмана. Ця теорія допомагає досліджувати моделі економічної динаміки і обирати найкращі управлінські рішення з урахуванням дискретного і неперервного факторів часу.

Висновки. Розвиток економічної науки не можливий без застосування досягнень математики, наслідком чого стає виникнення нових міждисциплінарних наук таких, як математична економіка, економетрика тощо.

Література.

1. Faccarello G., Kurz H.D. Handbook on the History of Economic Analysis. I. Great Economists Since Petty and Boisguilbert. Cheltenham: Edward Elgar, 2016. – 813 p.

**Проблеми організації самостійної роботи студентів
в умовах сьогодення**

Іван Ластівка, Інна Кудзіновська, Вікторія Трофименко
Національний авіаційний університет

Вступ. Мінливість сучасного світу зумовлює необхідність постійних змін в організації освітнього процесу загалом та у закладах вищої освіти зокрема. Постійний пошук нових форм навчання та удосконалення існуючих є першочерговим завданням освітян у процесі підготовки майбутніх спеціалістів, які повинні відповідати на виклики сьогодення.

Матеріали і методи. Останнім часом використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні, окрім підвищення активності пізнавальної діяльності студента, зумовлює перебудову навчального процесу в бік запровадження самостійних форм навчання зі скороченням кількості лекцій і семінарів. Але на сьогоднішній день, в умовах карантинних заходів у нашій державі та й усьому світі, самостійна робота стала, дійсно, основною формою навчальної діяльності студентів. За таких обставин, головним завданням, що постає перед викладачами, є ефективна організація самостійної роботи студентів, її методичне забезпечення та контроль, а також формування мотивації студентів до самостійного освоєння навчального матеріалу.

Не викликає сумнівів, що лише глибокий інтерес до навчальної дисципліни зможе забезпечити її вдумливе і ґрунтовне освоєння, стане запорукою того, що студент витратить на її вивчення не менше часу, ніж заплановано, і виконає у повному обсязі усі запропоновані завдання. Безперечно, саме викладач має викликати інтерес студентів до свого предмету, обґрунтувати його необхідність для оволодіння обраною професією та розвитку інтелектуальних і творчих здібностей майбутніх фахівців. Спілкуючись зі студентами під час групових або індивідуальних занять, викладач має багато можливостей зацікавити молодь своїм предметом, використовуючи знання, досвід, зрештою, інтелектуальні та харизматичні риси своєї особистості. Набагато складніше досягти результату, коли спілкування викладача та студентів обмежене, а дисципліна викликає у багатьох студентів труднощі. Тоді на перший план виступає завдання підбору навчальних матеріалів для самостійної роботи, які б сприяли поступовому засвоєнню студентами нових знань і мотивували до продовження навчання [1].

Результати. Вивчаючи вищу математику, студенти виконують різні види самостійної роботи: готуються до лекцій, практичних занять, заліків, іспитів, до участі в олімпіадах і конференціях, виконують індивідуальні домашні завдання та реферати. З метою підвищення ефективності самостійної роботи студентів викладачами кафедри вищої математики Національного авіаційного університету (НАУ) розроблено посібники, методичні рекомендації, конспекти лекцій та практичних занять, що містять вибрані теми з тих розділів математики, які необхідні для засвоєння навчальних дисциплін, що складають цикл підготовки фахівців певних спеціальностей. Переважна більшість завдань

мають прикладну спрямованість та сучасний зміст, що дозволяє студентам уже з першого курсу почати «занурення у професію». Методичні розробки [2, 3, 4, 5] містять теоретичний матеріал, а також типові приклади з розв'язаннями і рисунками, які розраховані на студентів різного рівня математичної підготовки. На час карантину організація навчального процесу в НАУ здійснюється за допомогою веб-сервісу Google Classroom, який дозволяє викладачам запропонувати студентам різні види навчальних матеріалів: конспекти лекцій і практичних занять, презентації, відеолекції та тести.

Також щороку викладачі кафедри проводять олімпіаду з вищої математики та організовують роботу секції «Прикладна математика» Міжнародної конференції студентів і молодих вчених «Політ», що проходить в університеті (цього року пройшла on-line). Доповіді студентів присвячені математичним моделям сучасних прикладних задач професійної спрямованості.

Висновки. Рівень освіти у державі визначається конкурентоспроможністю її наукової продукції на світовому ринку, яку можуть забезпечити фахівці з якісною природничо-математичною освітою, здатні швидко зрозуміти і опанувати сучасні теоретичні основи новітніх розробок і високотехнологічних продуктів. Важливим елементом засвоєння математики і оволодіння її методами є самостійна робота студентів. Для підвищення її результативності доцільно поєднувати такі складові як: використання сучасних інформаційних технологій і комп'ютерних засобів навчання, подальша інтеграція математики з циклом професійних дисциплін, залучення студентів до участі в олімпіадах та наукових конференціях.

Література

1. Активізація самостійної роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій / Інна Кудзіновська, Вікторія Трофименко, Валерія Пахненко // Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Том VIII: діалог у розвитку науки та освіти: VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 30 квітня 2020 р.: тези доп.– Конін – Ужгород – Київ – Херсон: Посвіт, 2020. – С. 171–173.
2. Higher mathematics. Probability Theory. Random events: Method Guide to self study / compiles: I. O. Lastivka, I. S. Klyus, V. I. Trofymenko. – К. : НАУ, 2018. – 48 р.
3. Higher mathematics. Probability Theory. Random variables: Method Guide to self study / compiles: I. O. Lastivka, I. S. Klyus, V. I. Trofymenko. – К. : НАУ, 2019. – 44 р.
4. Вища та прикладна математика. Математичні методи дослідження операцій: методичні рекомендації до самостійної роботи студентів / уклад. : І. О. Ластівка, О. С. Давидов, І. В. Шевченко. – К. : НАУ, 2016. – 52 с.
5. Вища математика: навч. посібник / І. О. Ластівка, О. І. Безверхий, І. П. Кудзіновська. – К.: НАУ, 2018. – 452 с.

**Про розв'язування систем лінійних рівнянь методом
Жордана – Гауса з використанням інформаційних технологій**

Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій

Вступ. У доповіді розглянуто окремі випадки застосування пакету Ms Excel у процесі навчання вищої математики, зокрема при вивченні теми «Розв'язування системи лінійних рівнянь» методом перетворень (Жордана-Гауса). На конкретному прикладі показано застосування інформаційних технологій у навчанні математики, що дозволяє збагатити зміст і урізноманітнити форми та способи оволодіння новими темами. Такий підхід підвищує мотивацію учбово-творчої діяльності студентів на заняттях, дає змогу самостійно вивчати певні теми та отримати принципово нові знання для їх подальшого використання в практичній діяльності.

Матеріали і методи. Виконання будь-яких операцій з матрицями (додавання, віднімання, множення, знаходження оберненої, транспонування, тощо) або їх елементами є достатньо громіздкими та довготривалими в часі.

Нагадаємо деякі відомі факти з матричної алгебри (без доведення).

Теорема 1. Якщо до одиничної матриці порядку n застосувати ті самі елементарні перетворення тільки над рядками і в тому ж порядку, з допомогою яких невироджена квадратна матриця A порядку n зводиться до одиничної то отримана при цьому матриця A^{-1} буде обернена до матриці A .

$$(A|E) \rightarrow (E|A^{-1}). \quad (1)$$

Якщо при вивченні цієї теми скористатися комп'терною підтримкою (наприклад Ms Excel), то кількість виконаних завдань на занятті зросте в 4-5 разів. Для роботи кожен викладач обирає програму (для комп'ютерної підтримки), яка є в наявності, або ту з якою здобувачі освіти знайомились на практичних/лабораторних заняттях з інформатики раніше.

Зауваження 1. Для переходу до наступної таблиці користуємося правилом прямокутника (Жорданові виключення) з обов'язковою фіксацією (клавіша F4) у створюваній формулі елементів розв'язного стовпця [1]. Перевірку можна виконати користуючись функцією МУМНОЖ.

Зауваження 2. Теорема 1 виконується також, якщо елементарні перетворення виконувати над стовбцями (Жорданові виключення по вертикалі), тобто матрицю E розташовують під матрицею A , тоді

$$\begin{bmatrix} A \\ E \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} E \\ A^{-1} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Зауваження 3. Якщо у співвідношенні (1) на місце одиничної матриці справа від вертикальної риски поставити матрицю B (це матриця-стовбець правої частини системи), то в результаті відповідних перетворень отримаємо матрицю $A^{-1}B$:

$$(A|B) \rightarrow (E|A^{-1}B). \quad (3)$$

Результати.

Приклад. Розв'язати систему лінійних рівнянь
$$\begin{cases} x - y + z = 3, \\ 2x + y + z = 11, \\ x + y + 2z = 8. \end{cases}$$

Розв'язання.

Табл. I

26	Розв'язання прикладу за формулою (3)				
27					
28			A		B
29		1	-1	1	3
30		2	1	1	11
31		1	1	2	8
32	Крок 1	1	-1	1	3
33		0	3	-1	5
34		0	-2	-1	-5
35	Крок 2	1	0	2/3	4 2/3
36		0	1	- 1/3	1 2/3
37		0	0	-1 2/3	-1 2/3
38	Крок 3	1	0	0	4
39		0	1	0	2
40		0	0	1	1
41			E		$A^{-1}B$

Відповідь. $x = 4, y = 2, z = 1$.

Висновки.

Переваги застосування електронних таблиць Ms Excel при реалізації методу Жордана – Гауса на заняттях з вищої математики:

1. Процес розв'язання займає лічені хвилини в порівнянні з підрахунком вручну.
2. Паралельно добре засвоюється теоретичний матеріал.
3. Виробляються навички реалізації алгоритмічних процедур; вміння формулювати навчальну задачу, планувати діяльність щодо її розв'язання; вміння добирати та використовувати готові програмні засоби (математичні пакети прикладних програм та окремі функції); вміння складати програми для розв'язування типових навчальних задач; навички володіння основами логічного програмування; вміння добирати ефективний метод для розв'язування поставленої задачі.

Література

1. Листопад В.В. Реалізація методу Жордана-Гауса за допомогою Ms Excel //Науковий часопис НПУ ім. М.П.Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовні системи навчання: Збірник наукових праць /Редрада. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2012. – № 12 (19). – с. 91– 102.

Способи підвищення якості математичної освіти у вищих військових навчальних закладах

Христина Ліщинська, Надія Гузик, Богдан Сокіл

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного

Вступ. Математична освіта є важливою компонентою у загальноосвітньому циклі дисциплін кожного закладу вищої освіти, зокрема і військового. Математика розвиває логічне мислення, дає підґрунтя до вивчення інших дисциплін. Інноваційний характер розвитку сучасних військових технологій лише примножує значення математичної підготовки курсантів. Знання, уміння і навички з вищої математики допомагають офіцерам продовжувати спеціальну освіту, самоосвіту і навіть самостійно освоювати нову достатньо складну військову техніку. Розвиток Збройних Сил України вимагає від військових педагогів подальших якісних перетворень усієї системи військової освіти, збільшення долі творчості в професіоналізмі офіцерів. Розроблення і впровадження нових сучасних освітніх технологій і методик викладання вищої математики у ВВНЗ України покликані вирішити актуальні проблеми перебудови навчально-виховного процесу з метою підвищення якості військової освіти.

Враховуючи зростаючий інформаційно-комп'ютерний рівень озброєння і ведення бойових дій в сучасній армії, мета військової освіти полягає в задоволенні потреб суспільства і держави у висококваліфікованих військових фахівцях. Увесь навчальний процес і, зокрема, математична підготовка курсантів молодших курсів ВВНЗ має свої педагогічні особливості, серед яких обов'язкове поєднання навчальної і службової діяльностей. Службова діяльність передбачає періодичні вимушені пропуски занять курсантами, збільшення на них фізичних і психологічних навантажень за напруженого ритму діяльності і постійному дефіциті вільного часу; систематичний контроль з боку командування. Строгий контроль курсантів командирами, з одного боку, є необхідним заходом підтримки військової дисципліни, а з іншого боку, він негативно впливає на особистісну ініціативу і внутрішню мотивацію курсантів. Крім того потрібно враховувати, що самостійна робота курсантів проводиться в спеціально відведений для цього розпорядком дня час, тривалість її обмежена. Саме тому основним завданням викладача є пошук та застосування новітніх інтерактивних методик викладання для підвищення мотивації до вивчення вищої математики, формування вмотивованих математичних професійно значимих умінь, вміння їх застосовувати. Крім того, в процесі навчання викладач прагне сформувати у курсантів раціональне, логічне мислення і науковий світогляд; навчити їх застосовувати вивчені методи дослідження до розв'язання військово-прикладних задач.

Для вирішення поставлених задач в першу чергу потрібно забезпечити інтерес курсантів до засвоєння нового матеріалу. Це можна забезпечити наведенням

різних історичних фактів, цікавих історій, що стосуються тематики заняття, різноманітних життєвих історій зв'язаних з нею тощо.

Другим аспектом є забезпечення професійної спрямованості предмету. Очевидно, що мало є подати новий матеріал навіть на високому педагогічному рівні, важливо вказати на його застосування відповідно до спеціальності. Так, для курсантів ВВНЗ при вивченні обернених матриць варто розв'язувати задачі про кодування повідомлень, де вони застосовуються, при вивченні визначених інтегралів – знайти довжину ланцюгової лінії, площу підконтрольних територій, при розв'язуванні диференціальних рівнянь – дослідити коливання підресованої частини бойової машини тощо.

Третій важливий аспект – застосування новітніх інтерактивних методів викладання, серед яких інтенсифікація та гейміфікація. Не варто забувати при цьому про презентації, евристичні бесіди, рольові ігри, дискусії, «мозковий штурм», конкурси з практичними завданнями та їх подальше обговорення тощо. При виборі методу варто подумати й про застосування сучасних онлайн сервісів, як наприклад Kahoot. При цьому важливо забезпечити індивідуалізацію навчання, оскільки те, що під силу одному курсанту, для іншого може виявитися складною проблемою.

Підвищенню якості професійної підготовки майбутніх офіцерів сприяє розроблення і впровадження в навчальний процес міждисциплінарних зв'язків вищої математики з програмним матеріалом спеціальних військових дисциплін, таких як «Тактика», «Вогнева підготовка» тощо. В процесі навчання міжпредметні зв'язки необхідно розглядати як засіб відображення в змісті кожної зі спеціальних військових дисциплін продуктів міжнаукової інтеграції.

Ефективність навчання вищої математики у ВВНЗ досягається шляхом удосконалення не лише змісту, але і організаційних форм, засобів і методів навчання. Наприклад, однією з форм навчання є математичне заняття міжпредметного характеру. Це заняття з вищої математики, проте під час заняття курсанти використовують набуті знання зі спеціальних військових дисциплін, вирішують військово-прикладні задачі. В проведенні такого заняття активно беруть участь викладачі військових дисциплін. Наприклад, якщо курсантам необхідно знати фактичні дані, основні задачі і спеціальні нормативи тактики при розв'язанні математичних задач сіткового планування, то це часткова ступінь реалізації математичного заняття міжпредметного характеру.

Висновки.

Підсумовуючи сказане, можемо зробити висновок, що запропоновані шляхи формування математичних професійно значимих умінь курсантів допоможуть майбутньому офіцерові правильно моделювати і аналізувати дії супротивника, оцінювати функціонування і можливості військово-технічних систем і засобів та приймати обґрунтовані, зважені рішення.

**Взаємозв'язок дедукції та індукції
у викладанні математики у вищій школі**

Максим Лутфулін

*Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка*

Вступ. Численні факти представлені в історико-математичній літературі переконують в тому, що індуктивні й дедуктивні методи математичних досліджень застосовуються в нерозривній єдності [4]. Міцний взаємозв'язок цих методів є однією з головних передумов невинного розвитку математики. Проте у математичній освіті взаємозв'язок індукції й дедукції досі не знайшов логічно обґрунтованої і послідовної реалізації. У початкових класах математика викладається індуктивним методом, що відповідає віковим особливостям дітей і принципу доступності навчання; у середніх класах (особливо на уроках геометрії) простежується тенденція передчасного і навіть поспішного переходу від індуктивної до дедуктивної інтерпретації навчального матеріалу. Навчання математики старшокласників набуває переважно дедуктивного характеру. І, нарешті, математична освіта у вищій школі майже повністю втрачає взаємозв'язок дедукції з індукцією.

Надмірна дедуктивність навчання математики в старших класах викликає гальмування розвитку пізнавальної активності й мислення учнів і формальне заучування навчального матеріалу [4]. У вищій школі ці недоліки викликають великі ускладнення в реалізації завдань математичної освіти, усунення яких, на нашу думку, можливе тільки за умов посилення уваги викладачів до реалізації втраченого зв'язку індуктивного і дедуктивного методів викладання.

Матеріали і методи. Поєднання методів індукції й дедукції є однією з давніх проблем математичної освіти, у розробці якої важлива роль належить вітчизняним математикам-педагогам. Плідне застосування індуктивного викладу математичних знань бере свій початок зі створення М.Г. Кургановим (1722-1796) «Універсальної арифметики» – енциклопедичного підручника елементарної математики. Послідовниками М.Г. Курганова в розробці і практичному запровадженні індуктивного методу навчання математики в загальноосвітній школі були Ф.І. Буссе, П.С. Гур'єв, О.М. Страннолюбський, С.І. Шохор-Троцький [3].

Глибокий аналіз проблеми взаємозв'язку індукції та дедукції представлений у праці К.Ф. Лебединцева «Вступ до сучасної методики математики» (1925р.). У ній автор розкрив значні психолого-педагогічні переваги конкретно-індуктивного методу навчання математики в реалізації принципу доступності навчання порівняно з абстрактно-дедуктивним викладом навчального матеріалу. Лише в старших класах «настає час перейти від чисто конкретного сприйняття математичних істин до їх логічного обґрунтування і систематизації; це буде цілком доречно і своєчасно... Але навіть і на цьому старшому ступені конкретно-індуктивний метод не втрачає свого значення: при засвоєнні якої-небудь суттєво нової істини і тут доцільніше за все надати учням можливість спочатку відкрити цю істину на окремих прикладах і лише тоді перейти до її

загального доведення»[4].

На сучасному етапі розвитку математичної освіти актуальне значення методичної концепції К.Ф. Лебединцева переконливо підтверджує теоретичними дослідженнями і педагогічним досвідом англійський педагог Рачна Пател. У цьому досвіді нові для учнів математичні поняття розглядаються у два етапи: спочатку за допомогою індуктивного методу, а потім вже на дедуктивному рівні. Самостійне встановлення математичних фактів шляхом індуктивного пошуку «дозволяє школярам отримувати позитивні емоції, пишатися власними відкриттями». Цим забезпечуються сприятливі умови для розвитку логічного мислення і пізнавальної активності учнів [1].

З найбільшою повнотою і глибиною педагогічне значення індукції в математичній освіті висвітлюється у багаторічних фундаментальних дослідженнях Д. Пойа «Математика і правдоподібні міркування» (1957 р.) і «Математичне відкриття» (1970 р.). У цих дослідженнях автор розкриває свій унікальний педагогічний досвід і численні аспекти індуктивного пошуку способів розв'язання широкого спектру математичних задач. Висловлюючи незадоволення рівнем професійної підготовки вчителів математики, в «Математичному відкритті» він ставить одним з головних завдань піднесення рівня професійної підготовки вчителів математики [2].

Результати. В нашому досвіді застосування індуктивного методу відбувається на практичних заняттях з елементарної математики, а також при проведенні передбаченого навчальним планом практикуму з розв'язання математичних задач підвищеної складності. Це дає можливість апробувати рекомендації Д. Пойа щодо розв'язання задач методом двох геометричних місць, методом Декарта. Найбільш підготовлені студенти за бажанням отримують і виконують додаткові завдання з розв'язання задач цими методами.

Висновки. Поєднання дедукції та індукції є важливим резервом піднесення рівня математичної освіти. Практична реалізація цього резерву є одним з актуальних завдань математичних кафедр вищих навчальних закладів України.

Література

1. Ачкан В. Інновації у шкільній математичній освіті в зарубіжних країнах / В. Ачкан // Математика в рідній школі. — 2016. — №6. — С. 39-44.
2. Лутфуллін М.В. Внесок Д. Пойа в розвиток методики викладання математики / М.В. Лутфуллін, В.С. Лутфуллін / Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи, Полтава: Астроя, 2019. С. 54-55.
3. Лутфуллін М. Індуктивний метод дослідження як чинник розвитку математичної науки і освіти / Максим Лутфуллін // Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету – Полтава: Астроя, 2019. – С. 37-38.
4. Лутфуллін М. Проблема взаємозв'язку індукції й дедукції в історії математики і математичної освіти / М. Лутфуллін / Зб. наук. праць ПНПУ імені В.Г. Короленка — Серія "Педнауки" Вип.72. – Полтава, 2018. – С.103-108.

Про деякі особливості викладання вищої математики в сучасних умовах.

Олег Мазур

Національний університет харчових технологій

Вступ

В тезах розглядається питання сприйняття сучасною молоддю викладання вищої математики «класичними» методами. Також проводиться аналіз та робиться спроба запропонувати інший підхід викладання для викладачів.

Матеріали і методи

Зараз, під час бурхливого розвитку комп'ютерних технологій та здобуттям студентами певної спеціалізації, виникають деякі складнощі зі сприйняттям між викладачами «старої школи» та сучасною молоддю. На мою думку, вони полягають ось в чому.

Викладачі «класичної» вищої математики продовжують викладати її фундаментально. При такому підході математика викладається заради математики. А в сучасних студентів, які хочуть здобути певну спеціальність, відразу виникає питання: «Навіщо це мені?, як це допоможе, та де застосовується в моїй професії?»

Для вирішення цієї проблеми викладачу потрібно переорієнтуватися на конкретні «вузькоспеціалізовані» задачі. Потрібно кожному темі доповнити саме тими задачами, які мають застосування в їх спеціальності.

Не можна не відмітити, що сьогоденні студенти активно користуються сучасними засобами комп'ютерних технологій. В кожного на столі лежить мобільний телефон, планшет, ноутбук тощо. Якщо викладач не буде використовувати в лекціях та практичних матеріалів, пов'язаних з комп'ютерним устаткуванням, то студент його просто не сприйме. Нажаль час дошки та крейди відходить в минуле. Тож потрібно користуватися мультимедійними дошками, лекціями в електронному вигляді, інтернетом.

Результати

Проблема при викладанні виникла не зараз. Це почалося, коли почали розвиватися інформаційні технології, а програма вузівської підготовки досить інертна, не зразу підлаштовується під нові вимоги. Проте слід відмітити, що студенти також повинні сприймати фундамент, що закладає основу для вивчення математики та супутніх наук.

Висновки

В цілому, підсумовуючи, можна зауважити, що викладачі повинні стати сучаснішими, іти назустріч молоді, підлаштовуватись під неї. В свою чергу, студенти також повинні підлаштовуватись під методи та манеру викладання математики вчителями «старої школи» та сприймати їх адекватно.

Так, наука не стоїть на місці, але є речі, що залишаються незмінними. Саме до таких речей і належить класична, фундаментальна математика. Отже, потрібно іти назустріч один одному.

Аналіз статистичних показників тестових завдань в середовищі дистанційного навчання MOODLE

Руслана Ненька

Уманський національний університет садівництва

Вивчення вищої математики в аграрних ВНЗ має за мету підвищення рівня математичної підготовки майбутніх фахівців до рівня, який дозволить використовувати математичні методи при вирішенні завдань професійної діяльності. В даний час одним з перспективних напрямів підвищення якості навчання є вдосконалення системи контролю освітніх досягнень студентів.

Як показує аналіз наукових праць, питання щодо оцінювання успішності студентів в умовах впровадження тестового контролю знань є одним з найбільш дискусійних. Проблему оцінювання знань студентів, обґрунтування ефективності тестових методик контролю досліджували у вітчизняній науці І. Алексейчук, Н. Тализіна, В. Бочарникова, Н. Шиян, Б.Бітінас, В.Беспалько, А.Кочетов, В.Максимов. Використання комп'ютерних тестів дозволяє істотно скоротити часові витрати викладача на проведення контролю знань студентів. В той же час можливість за допомогою тесту адекватно оцінити рівень знань студентів істотно залежить від якості використовуваних тестових матеріалів.

Популярне середовище дистанційного навчання (СДН) Moodle дозволяє оцінити якість тестових завдань на основі аналізу статистичних показників.

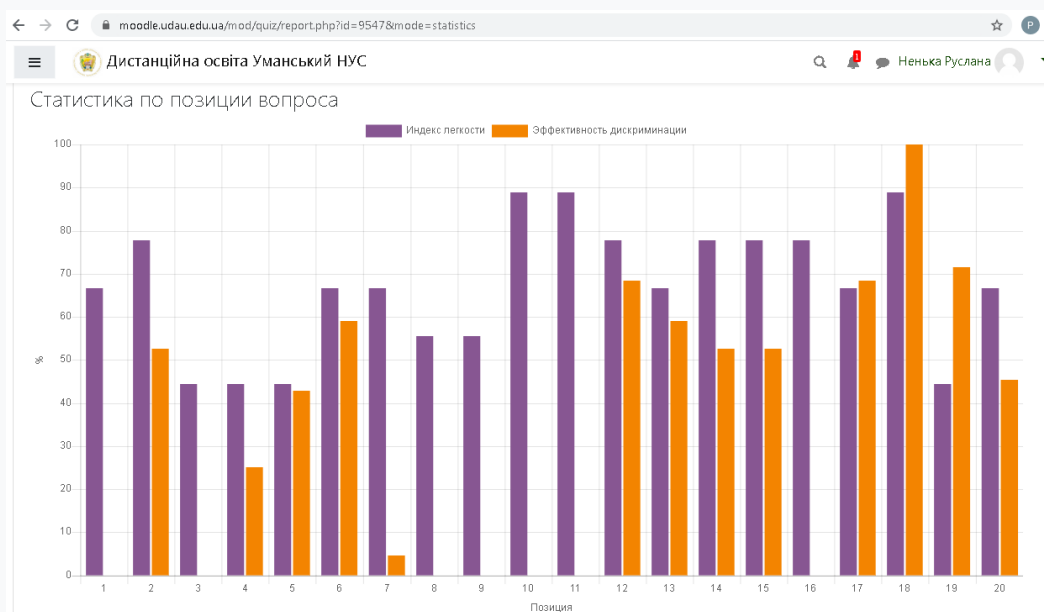


Рис. 1. Статистичні показники модульного контролю № 1.

В теорії педагогічних вимірювань для оцінки якості тестових завдань широко використовується аналіз статистичних показників, отриманих в результаті проходження тесту групою студентів [1]. Зокрема, це індекс легкості (ІЛ, facility index), який показує, яка частина студентів відповіла правильно на питання. Для i -го тестового завдання він визначається за формулою

$$IL_i = \frac{\bar{x}_i}{x_i(\max)} \quad (1)$$

де $\bar{x}_i$ - середнє значення набраних студентами балів за i -е завдання; $x_i(\max)$ - максимально можлива оцінка за i -е завдання. Цей коефіцієнт в звітах Moodle наводиться в процентах, на рисунку 1 представлені статистичні результати модульного контролю № 1.

Якщо допустимі оцінки за завдання - тільки нуль (неправильно) і одиниця (правильно), то індекс легкості аналогічний коефіцієнту вирішуваності, що розраховується як відношення кількості студентів, які відповіли правильно, до загального числа студентів, які відповідали на це питання. Хороший тест повинен включати завдання різного рівня складності. При цьому завдань з індексом легкості близьким або рівним як одиниці, так і нулю, краще уникати. У першому випадку завдання є зайве простим - на нього всі відповіли правильно, у другому випадку - зайве складним, всі студенти відповіли неправильно. У той же час, при аналізі цього показника треба враховувати рівень підготовки групи, що проходила тестування.

Середовище дистанційного навчання Moodle також розраховує ефективність дискримінації (D_p) – показник, який показує, наскільки взаємопов'язані правильність відповіді на дане питання та інші питання тесту. Для хорошого тестового запитання передбачається, що студенти з високими оцінками за нього також будуть мати більш високі оцінки і за тест в цілому, на це вкаже додатне значення коефіцієнта. При цьому, що якщо індекс легкості запитання змінюється від 50%, то D_p не може бути 100%. Якщо індекс легкості близький до нуля або 100%, то індекс дискримінації завжди буде дуже маленьким, а якщо індекс легкості нуль або 100% , то D_p буде не визначений.

Аналіз статистики проходження тесту «Модульний контроль №1» студентами 11-т групи, що навчаються за спеціальністю 122 «Харчові технології» показав, що було виявлено шість завдань з негативними значеннями індексу дискримінації. Ці завдання є невдалі і потребують заміни або корегування. З огляду на те, що результати тестування групи студентів збіглися з очікуваними викладачем і статичні показники, розраховані СДН Moodle, вказують на прийнятну якість більшості тестових завдань, то невдалі запитання не істотно вплинули на підсумкову оцінку студентів.

Отже, одним з переваг тестування в системі Moodle є надання розгорнутого звіту за результатами проходження тестів; аналіз статистичних параметрів, автоматично розраховуються системою для тестових завдань, що дозволяє викладачеві виявити невдалі завдання і відкоригувати або замінити їх в тесті.

Література.

1. Коржик И.А. Оценка качества тестов в системе электронного обучения MOODLE [Электронный ресурс] / И.А. Коржик, А.П. Толстобров. – режим доступа: <http://www.infoco.ru/mod/data/view.php?d=4&rid=114>.

Переваги та недоліки дистанційного навчання в ВНЗ**Оксана Ніколаєва***Національний університет харчових технологій*

Вступ. Дистанційне навчання – це форма навчання з використанням комп'ютерних і телекомунікаційних технологій, які забезпечують інтерактивну взаємодію викладачів та студентів на різних етапах навчання і самостійну роботу з матеріалами інформаційної мережі.

Матеріали та методи. У зв'язку з впровадженням дистанційного навчання в ВНЗ виникає потреба зрозуміти основні переваги та основні недоліки системи дистанційного навчання, визначити шляхи удосконалення системи дистанційного навчання.

Результати. Відзначимо головні переваги дистанційної форми навчання: відсутність необхідності відвідувати лекції і семінари; індивідуальний процес навчання; можливість вивчати матеріал в будь-який зручний час; демократичний зв'язок «викладач – студент»; провідні освітні технології; гнучкі консультації.

Незважаючи на досить об'ємний перелік позитивних якостей дистанційної освіти, можна виділити і недоліки дистанційного навчання. Головним недоліком є ускладнена ідентифікація студентів, оскільки на сучасному етапі розвитку технологій перевірити, хто ж саме здає виконані завдання або екзамен досить складно. Викладач не може бути впевнений, що студент навчається самостійно, що завдання, які надіслані студентом, дійсно підтверджують наявність знань. Отже ВНЗ, що надають можливість навчання на дистанційних курсах, повинні шукати вихід з даної ситуації. Один з можливих виходів полягає в обов'язковій присутності студента на кількох контрольних заходах у вищому навчальному закладі. При цьому є обов'язковим надання документів, що підтверджують особу. Крім цього, можливо проведення контролю в режимі on-line.

Можна зауважити, що є досить велика кількість професій, які не можливо освоїти дистанційно, оскільки навчання передбачає проведення великої кількості лабораторних або інших робіт.

Однією з головних проблем при організації дистанційного навчання є досить низька якість матеріалів, що пропонуються студенту для опанування. Існуючі до цього методи навчання погано поєднуються з новими технологіями, а більшість методичних і навчальних матеріалів не підходять для дистанційного навчання.

Висновки. Щоб вирішити проблему якості освітніх послуг, що отримують студенти дистанційної форми навчання, викладачі мають розвивати і впроваджувати інформаційні технології, які сприяють розвитку дистанційної освіти, удосконалювати електронні підручники і навчально-методичні матеріали, створювати базу даних дистанційної освіти.

**STEM-студія «Пригоди детектива» як засіб підвищення
зацікавленості учнів до вивчення математики**

Олександр Пархоменко, Вікторія Біла

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

Вступ. Задекларовані в Концепції розвитку НУШ зміни парадигми в освіті вимагають іншого підходу до розуміння та організації освітнього середовища. Новий зміст освіти потребує урізноманітнення технологій освітнього простору, зокрема, більш активного використання проєктної, командної і групової діяльності. Адже саме вони утримують діалогічність, діяльнісно-творчий характер, простір для прийняття самостійних рішень, творчості і креативності. Однією із значущих компонентів стратегії сучасної освіти стала орієнтація на активне навчання через організацію STEM-орієнтованого підходу, який сприяє формуванню гнучкості мислення, його оригінальності, здатності до постановки проблеми та її розв'язання, прояву творчості, вміння працювати в команді та забезпечує конкурентоспроможність майбутніх фахівців на ринку освітніх послуг. Проєктна діяльність на STEM-майданчиках, побудована на основі трансдисциплінарного підходу, спрямована на поєднання змістової компоненти з технічною, математичною, художньою творчістю, формування навичок наукової діяльності, винахідництва, креативу [1].

Відсутність зацікавленості та низька мотивація учнів при вивченні математики є великою проблемою сьогодення та спонукає до знаходження шляхів її вирішення. Одним із яких може стати використання квест-технологій в освітньому процесі. Окрім захоплюючої пригоди, квест вчить знаходити необхідну інформацію, піддавати її аналізу, систематизувати і вирішувати поставлені задачі. Таким чином, нами було розроблено STEM-майданчик «Пригоди детектива», який поєднує в собі проєктні та ігрові технології.

Матеріали і методи. Ідея STEM-студії полягає у створенні навчально-виховного середовища для вивчення інженерно-технічних та соціально-економічних проблем формування життєвого середовища через їх математичну складову. Навчальна мета проєкту – навчити розв'язувати прикладні задачі з використанням математичного апарата дискретної математики. Розвивальна мета проєкту – розвинути та підтримувати інтерес до математики шляхом підвищення мотивації до засвоєння нових знань, формування високого рівня елементарних операцій. Виховна мета проєкту – виховати вміння слухати товариша, почуття колективізму та вміння поважати думку іншого.

Для найбільш ефективного виконання поставлених цілей робота на STEM-майданчику проводиться в малих групах-командах по 3-4 учня під керівництвом майстрів STEM-студії (студентів II-IV курсів спеціальності Середня освіта (Математика)) з використанням методики партнерства та командної роботи. Підготовлені дослідження і матеріали можуть бути повідомлені у вигляді комп'ютерних презентацій та математичних моделей.

Під час роботи STEM-студії учні перетворюються на помічників детектива. Кожна команда отримує завдання, розв'язок якого детектив обов'язково

використає в ході розслідування. Отримане завдання члени команди зможуть розгадати (виконати) лише засвоївши елементи одного із розділів дискретної математики: комбінаторики, теорії графів, математичної логіки, теорії множин, криптографії. На початку квесту детектив знайомить присутніх із змістом таємничого листа, який надійшов йому разом із шкатулкою з кодовим замком. Відкрити яку йому самому не під силу, тому він і звертається по допомогу до своїх друзів-математиків. З цього розпочинається захоплююча пригода у світ математики, таємниць та досліджень.

Для представлення підсумкового продукту учасникам пропонується підготувати презентацію розглянутого методу та розв'язати поставлену детективом задачу з застосуванням вивченого матеріалу. Всі учасники STEM-майданчика мають можливість познайомитися з потужним інструментарієм дискретної математики при розв'язанні задач практичного змісту, дізнатися, яким чином математика може допомагати слідчим та детективам під час проведення розслідувань.

Результати. Приймаючи участь у квесті, учні підвищують рівень предметного розуміння, що сприяє розвитку таких важливих для фахівця будь-якої галузі якостей, як інтуїція, образне і логічне мислення, крім цього поглиблюються знання з математики. Таким чином, STEM-майданчик «Пригоди детектива» – це середовище, в якому поєднуються змістовна компонента із технічною творчістю, використанням мультимедійних засобів навчання та математичним моделюванням, формуються навички дослідницької діяльності та вміння презентувати результати власних досліджень.

Висновки. Проектні та ігрові технології формують такі ключові компетентності, як спілкування державною мовою, математична, інформаційно-цифрова, компетентність в природничих науках і технологіях, уміння навчатись впродовж життя, соціальні та громадські компетентності. Працюючи над проектом, учні спілкуються, співпрацюють і допомагають один одному в процесі навчання, розвивають соціальні, розумові та комунікативні навички, які неодмінно знадобляться їм в подальшому професійному становленні.

На сучасному етапі розвитку освіти STEM-технології набувають все більшого розповсюдження у процесі навчання школярів, адже STEM-майданчики формують творче системне мислення, розкривають учням їхні здібності, сприяють формуванню культури ділового спілкування, створюють освітнє середовище, придатне для самоосвіти та самовдосконалення учнів.

Література.

1. Манькусь І. В. Впровадження STEM-майданчиків як сучасних освітніх середовищ у професійній діяльності вчителя / І. В. Манькусь Л.С. Недбаєвська, В. М. Дармосюк // Фізико-математична освіта. – 2019. – Випуск 1(19). – С. 130–134.

Методика применения формул решения парных уравнений с векторным произведением неизвестного

Геннадий Полетаев, Наталия Клименко, Максим Кравчук

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Введение. Векторы, их теория широко применимы в теоретических и прикладных вопросах геометрии, механики и иных. Часто с их помощью моделирование адекватнее отражает рассматриваемые величины. Хорошо известно использование векторов, например, при вычислении моментов сил;

- в задачах о равновесии пространственных и плоских систем сил;
- для нахождения линейных скоростей точек тел через угловые по формулам Л. Эйлера (1707-1783);
- для вычисления площадей. Поэтому актуально развитие теории векторов и, в частности, положений об уравнениях с неизвестными векторами [1-4].

Материалы и методы. Менее известны обратные упомянутым задачи и соответствующие им уравнения [1, 2]. Среди них рассматриваемые ниже абстрактные уравнения относительно неизвестного вектора $\vec{x} \in R^3$ вида:

$$\begin{cases} \vec{x} \times \vec{a}_1 - \vec{b}_1 = \vec{0} \\ \vec{x} \times \vec{a}_2 - \vec{b}_2 = \vec{0} \end{cases} \quad (1)$$

Оказывается, что такого рода уравнения допускают исследование, опираясь на рассмотрения R^3 , как кольца с векторным произведением в качестве умножения.

Результаты. Для уравнения (1) с известными векторами $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1, \vec{b}_2 \in R^3$, при соответствующих предположениях, аналогичных сделанным в [2], установлены формулы единственных решений $\vec{x} \in R^3$:

$$\vec{x} = \frac{1}{a_{2x}b_{1x} + a_{2y}b_{2y} + a_{2z}b_{1z}} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ b_{1x} & b_{1y} & b_{1z} \\ b_{2x} & b_{2y} & b_{2z} \end{vmatrix}, \quad (2)$$

если

$$(\vec{a}_2 \cdot \vec{b}_1)(= -(\vec{a}_1 \cdot \vec{b}_2)) \neq 0; \quad (3)$$

$$\vec{x} = \left(\frac{1}{\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_{1x} & a_{1y} & a_{1z} \\ a_{2x} & a_{2y} & a_{2z} \end{vmatrix}^2} \right) \times$$

$$\times \left[\begin{vmatrix} a_{1x} & a_{1y} & a_{1z} \\ a_{2x} & a_{2y} & a_{2z} \\ b_{2x} & b_{2y} & b_{2z} \end{vmatrix} \{a_{1x}; a_{1y}; a_{1z}\} - \begin{vmatrix} a_{1x} & a_{1y} & a_{1z} \\ a_{2x} & a_{2y} & a_{2z} \\ b_{1x} & b_{1y} & b_{1z} \end{vmatrix} \{a_{2x}; a_{2y}; a_{2z}\} \right], \quad (4)$$

если

$$(\vec{a}_2 \cdot \vec{b}_1) (= (\vec{a}_1 \cdot \vec{b}_2)) = 0.$$

Выводы. Методика решения уравнения (1) и построения векторного представления неизвестного может быть следующей.

1. Вычислить скалярные произведения: $(\vec{a}_1 \cdot \vec{b}_1), (\vec{a}_2 \cdot \vec{b}_2), (\vec{a}_1 \cdot \vec{b}_2), (\vec{a}_2 \cdot \vec{b}_1)$, а также векторное произведение $[\vec{a}_1 \times \vec{a}_2]$;

2. Проверить выполнение условий теоремы разрешимости из [2, с. 374-375];

3. При их выполнении, по формулам (2), (4), соответственно, найти единственное в R^3 решение уравнения (1).

Рассмотрены иллюстративные примеры.

Литература

1. Лаптев Г.В. Элементы векторного исчисления / Г.В. Лаптев. –М.: "Наука", 1975. – 336с.
2. Полетаев Г.С. О парных и тройных векторных уравнениях / Г.С. Полетаев // Вестник ХНТУ. – Херсон, 2002. - №2(15). – С. 373 – 377.
3. Иноземцев О.И. К вопросу о распределении скоростей в твердом теле / О.И. Иноземцев // Сб. науч. – метод. статей. Теоретическая механика. – М.: "Выш.шк.", 1976. – Вып. 7. – С. 25 – 27.
4. Левицкий Д.В. Научн. руков. Полетаев Г.С. Задача о векторном представлении "уравновешивающей" силы для твёрдого тела с двумя точками возможного опрокидывания / Д.В. Левицкий. Научн. руков. Г.С. Полетаев // Физические процессы в энергетике экологии и строительстве. Тезисы докл. I Всеукраинской научно – практической конференции соискателей высшего образования и молодых учёных. – Одесса, 2018. – С. 44.

Застосування нерівності Коші до дослідження функцій багатьох змінних на екстремум

Віктор Репета, Яна Лепська

Національний авіаційний університет

Розглянуто застосування нерівності Коші до знаходження екстремальних значень функцій певного вигляду. **Ключові слова:** функція, нерівність Коші, екстремум, похідна.

Вступ. До найважливіших задач математики відносять задачі на екстремум. Диференційовні функції досліджують на екстремум здебільшого за допомогою похідних, використовуючи необхідну та достатню умови локального екстремуму. Проте для функцій певного вигляду існують й інші ефективні способи відшукування екстремальних значень, які дають змогу оцінити значення функції без використання похідних. Одним із найпотужніших засобів такого підходу є використання нерівності Коші [1].

Нерівність Коші. Для будь-якого набору невід'ємних чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ справджується нерівність

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \geq n \cdot \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n},$$

тобто середнє арифметичне n невід'ємних чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ не менше за їхнє середнє геометричне. Рівність досягається у випадку, коли $x_1 = x_2 = \dots = x_n$.

З цієї нерівності випливає, зокрема, такий наслідок: якщо сума додатних чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ є сталою, то їх добуток $x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ набуває найбільшого значення, коли ці числа рівні між собою.

Результати.

1. Розглянемо задачу відшукування найбільшого значення функції

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1^{k_1} \cdot x_2^{k_2} \cdot \dots \cdot x_n^{k_n}, \quad (1)$$

якщо додатні числа $x_1, x_2, \dots, x_n$ задовольняють рівність $x_1 + x_2 + \dots + x_n = a$, де a – додатна стала; $k_1, k_2, \dots, k_n$ – натуральні числа. Маємо задачу умовного екстремуму функції n змінних. Її можна розв'язувати, наприклад, методом множників Лагранжа або методом виключення однієї змінної. Покажемо як можна отримати шуканий результат, використовуючи наведений наслідок з нерівності Коші. Оскільки $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \underbrace{x_1 \cdot x_1 \cdot \dots \cdot x_1}_{k_1} \cdot \underbrace{x_2 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_2}_{k_2} \cdot \dots \cdot \underbrace{x_n \cdot x_n \cdot \dots \cdot x_n}_{k_n}$,

тобто маємо добуток $k_1 + k_2 + \dots + k_n$ множників, то умову $x_1 + x_2 + \dots + x_n = a$ подамо у вигляді суми $k_1 + k_2 + \dots + k_n$ доданків, а саме:

$$\underbrace{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_1}{k_1} + \dots + \frac{x_1}{k_1}}_{k_1} + \underbrace{\frac{x_2}{k_2} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_2}{k_2}}_{k_2} + \dots + \underbrace{\frac{x_n}{k_n} + \frac{x_n}{k_n} + \dots + \frac{x_n}{k_n}}_{k_n} = a.$$

За наслідком з нерівності Коші добуток $x_1^{k_1} \cdot x_2^{k_2} \cdot \dots \cdot x_n^{k_n}$ набуває найбільшого значення, коли виконується умова $\frac{x_1}{k_1} = \frac{x_2}{k_2} = \dots = \frac{x_n}{k_n} = \frac{a}{k_1 + k_2 + \dots + k_n}$, тобто якщо

$$x_i = \frac{k_i a}{k_1 + k_2 + \dots + k_n}, i = 1, 2, \dots, n. \text{ Тоді}$$

$$f_{\max}(x_1, x_2, \dots, x_n) = k_1^{k_1} \cdot k_2^{k_2} \cdot \dots \cdot k_n^{k_n} \left(\frac{a}{k_1 + k_2 + \dots + k_n} \right)^{k_1 + k_2 + \dots + k_n}.$$

2. Нехай потрібно визначити найбільше значення функції

$$g(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1^{\frac{l_1}{m_1}} \cdot x_2^{\frac{l_2}{m_2}} \cdot \dots \cdot x_n^{\frac{l_n}{m_n}},$$

де додатні числа $x_1, x_2, \dots, x_n$ задовольняють рівність $x_1 + x_2 + \dots + x_n = a$, a – додатна стала; $\frac{l_1}{m_1}, \frac{l_2}{m_2}, \dots, \frac{l_n}{m_n}$ – звичайні нескоротні дроби.

Позначимо $m = \text{НСК}(m_1, m_2, \dots, m_n)$ і розглянемо функцію

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = g^m(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

яка набуває вигляду (1), якщо натуральні числа $\frac{ml_1}{m_1}, \frac{ml_2}{m_2}, \dots, \frac{ml_n}{m_n}$ позначити як

$k_1, k_2, \dots, k_n$ відповідно.

Отже, задачу відшукування найбільшого значення функції g за умови $x_1 + x_2 + \dots + x_n = a$ зведено до задачі, розглянутої вище. Тоді $g_{\max} = \sqrt[m]{f_{\max}}$. У результаті отримаємо

$$g_{\max}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \left(\frac{l_1}{m_1} \right)^{\frac{l_1}{m_1}} \cdot \left(\frac{l_2}{m_2} \right)^{\frac{l_2}{m_2}} \cdot \dots \cdot \left(\frac{l_n}{m_n} \right)^{\frac{l_n}{m_n}} \cdot \left(\frac{a}{\frac{l_1}{m_1} + \frac{l_2}{m_2} + \dots + \frac{l_n}{m_n}} \right)^{\frac{l_1}{m_1} + \frac{l_2}{m_2} + \dots + \frac{l_n}{m_n}}.$$

Висновки. Вважаємо, що викладений вище матеріал можна ефективно використовувати для визначення екстремальних значень багатьох функцій однієї і більше змінних. Запропоновані алгоритми можна використовувати для конструювання варіантів типових завдань на дослідження умовного екстремуму функцій багатьох змінних.

Застосування нерівності Коші доцільно ілюструвати студентам під час дослідження функцій на екстремум.

Література.

Репета В.К., Репета Л.А. Застосування нерівності Коші до відшукування екстремальних значень функції. *Математика в сучасному технічному університеті*: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 25 – 26 груд. 2014 р.). – К.: НТУУ «КПІ», 2015, С. 206-208.

Знаходження екстремуму функції

Олександр Рибальченко, Петро Зінькевич, Олексій Зінькевич

Національний університет харчових технологій

Вступ. У багатьох геометричних, фізичних, економічних і технічних задачах необхідно знайти найбільше або найменше значення величини (найбільше і найменше значення називають також абсолютними екстремумами величини (функції)), пов'язаної функціональною залежністю з іншою величиною.

Традиційний підхід до знаходження найбільшого чи найменшого значень функції за допомогою похідної може ускладниться уже при знаходженні похідної. Цю складність можна обійти, якщо застосувати інші підходи.

Матеріали і методи. Виходячи із умови задачі, вибирають незалежну змінну і виражають досліджувану величину через цю змінну.

Результати.

Приклад 1. Одна із сторін прямокутної ділянки землі примикає до берега каналу, а три інші огорожуються огорожею. Якими мають бути розміри цієї ділянки, щоб його площа дорівнювала S , а довжина огорожі була найменша?

Розв'язання. Нехай x і y відповідно ширина і довжина огорожі. Тоді периметр $p = 2x + y$. Виберемо за незалежну змінну x – ширину ділянки.

Враховуючи, що $S = xy$, $y = \frac{S}{x}$ маємо

$$p(x) = 2x + \frac{S}{x}.$$

Знайдемо мінімум $p(x)$ без використання похідної. Помноживши останню рівність на x і після алгебраїчних перетворень можна отримати квадратне рівняння

$$2x^2 - x \cdot p(x) + S = 0$$

відносно змінної x , а $p(x)$ називають функцією (параметром) від змінної x .

Знайдемо дискримінант рівняння: $D = p^2 - 8S$.

Можливі випадки:

- 1) $D < 0$;
- 2) $D = p^2 - 8S > 0$;
- 3) $D = p^2 - 8S = 0$.

В першому випадку рівняння не має дійсних коренів.

Порівнюючи 2) і 3) можна зробити висновок, що $p(x)$ набуває меншого значення в випадку 3) ніж в 2).

Зауважимо, що рівняння має єдиний дійсний розв'язок, якщо $p^2 - 8S = 0$, $p^2 = 8S$ (якщо серед усіх периметрів огорожі існує найменший, то він має бути

єдиним).

Отже,

$$p_{\text{найм.}} = 2\sqrt{2S},$$

при цьому розміри цієї ділянки такі: $x = \frac{p}{4} = \frac{\sqrt{2S}}{2}$, $y = \frac{S}{x} = \sqrt{2S}$.

Загалом, якщо функціональна залежність має вигляд $b(x) = ax + \frac{c}{x}$, $ax^2 - x \cdot b(x) + c = 0$, то маємо такий вираз $b^2 - 4ac = 0$ для знаходження найменшого (найбільшого) значення відповідного параметра (функції) $b(x)$.

Обчислення змінної x , при якому функція набуває найменшого (найбільшого) значення виконується за формулою

$$x = \frac{b}{2a}.$$

Приклад 2. Із куска жести, який має форму півкола радіусу R , вирізати прямокутник із найбільшою площею.

Розв'язання. Позначимо через x і y відповідно ширину і довжину прямокутника, тоді $S = xy$.

Враховуючи, що $R^2 = x^2 + \frac{y^2}{4}$ знайдемо $y = 2\sqrt{R^2 - x^2}$.

Отже, $S = 2x\sqrt{R^2 - x^2}$.

Після алгебраїчних перетворень останнього виразу будемо мати бікватратне рівняння

$$4x^4 - 4R^2x^2 + S^2 = 0.$$

Дискримінант відповідного квадратного рівняння буде $D = 16R^4 - 16S^2$. Рівняння має єдиний дійсний розв'язок, якщо

$$16R^4 - 16S^2 = 0.$$

Отже, $S_{\text{найб.}} = R^2$, $x = \frac{\sqrt{2}R}{2}$, $y = \sqrt{2}R$.

Висновок.

Якщо функціональна залежність має вигляд

$$ax^2 - x \cdot b(x) + c = 0 \text{ або } 4x^4 - 4\alpha^2(x)x^2 + \beta^2 = 0, \text{ або } 4x^4 - 4\alpha^2x^2 + \beta^2(x) = 0,$$

то маємо відповідно такі вирази

$$b^2(x) - 4ac = 0, \alpha^4(x) - \beta^2 = 0, \alpha^4 - \beta^2(x) = 0$$

для знаходження найменшого (найбільшого) значення відповідного параметра (функції) $b(x)$, $\alpha(x)$, $\beta(x)$.

**Застосування китайської методики викладання вищої математики в
українських вищих навчальних закладах**

Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Рівень викладання математичних дисциплін та їх обсяг в українських вищих навчальних закладах є предметом постійних дискусій. Враховуючи катастрофічно низький рівень математичних знань випускників шкіл, все більше університетів намагаються знизити вимоги до вступників, цим самим прирікаючи себе на змушене спрощення програми з математики та супутніх дисциплін. Україна прагне до Європейського рівня освіти, та при порівнянні європейських освітніх програм і українських, по ідентичним спеціальностям легко помітити дуже великі розбіжності, ще більше відмінностей в порівнянні з китайськими освітніми програмами. Враховуючи постійне економічне зростання Китаю, варто звернути увагу на методики підготовки фахівців цієї країни, зокрема, на методики викладання математики.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використано системний аналіз наукових та методичних джерел, теоретичний аналіз, спостереження та структурно-логічний аналіз змісту і структури навчального процесу Китайської Народної Республіки.

Результати. Вивченню математики в Китаї приділяється дуже велика увага. Основним пріоритетом китайської освіти є підготовка фахівців для створення нових технологій у різних сферах. Оволодіння математичним апаратом формує у студентів вміння аналізувати та систематизувати данні, проводити порівняння та знаходити закономірності, будувати логічні ланцюжки та робити висновки. Беззаперечно, що математика сприяє розвитку мислення у молоді, що для людини з вищою освітою в Китаї є необхідним.

Усіх студентів вищих навчальних закладів Китаю можна умовно розділити на три групи – гуманітарії, прикладники та природничники. Гуманітарії не вивчають математику та математичні дисципліни взагалі. Для прикладників та природничників курс математики є різним за обсягом, але відмінність в програмі починається лише з другого року навчання. На першому році навчання програма є абсолютно однаковою і не лише з математики. 90% дисциплін та їх наповнення співпадає на усіх спеціальностях, які не є гуманітарними. Це дає змогу здобувачеві освіти легко змінити напрям навчання після першого курсу, якщо є така необхідність. Причини можуть бути різними. Наприклад, людина не зорієнтувалася у виборі після школи або побоялася, що бали ЗНО не дозволять пройти конкурс на омріяну спеціальність. Не виключено, що рівень викладання за обраною спеціальністю не задовольняє здобувача освіти або навпаки, навчання є занадто складним. Після успішного закриття сесії за перший рік навчання, молоді люди можуть подавати заявку про перехід не лише на іншу спеціальність, але й на інший факультет в межах університету. Все залежить від рейтингу здобувача освіти після року навчання в університеті. Такий підхід

вирівнює можливості для студентів, які мали гіршу шкільну підготовку, що часто пов'язано з територіальним розміщенням шкіл. Також, стимулює підвищення якості викладання на різних факультетах та спеціальностях, створюючи здорову конкуренцію серед викладачів.

Математика вивчається на дуже серйозному рівні в Китаї. В освітніх програмах для не гуманітаріїв обсяг вищої математики в китайських університетах становить від 140 до 250 годин, далі, залежно від спеціальності, додаються інші математичні дисципліни та профільні спецкурси.

Викладання вищої математики базується на класичному академічному підході, формулюванні основних постулатів, теорем та їх доведенні. Цікаво, що в Китаї вивчення вищої математики не передбачає практичних занять, лише аналіз прикладів на лекціях. Студенти змушені самотійно практикуватися при виконанні домашніх робіт, які є досить об'ємними. Звичайно, передбачено, що студенти можуть звертатися за консультаціями і допомогою до викладачів, але основна частина роботи виконується без сторонньої допомоги. Результати самотійної роботи перевіряються на іспитах кожного семестру, так як екзаменаційний білет складається лише з практичних завдань, розв'язання яких вимагає глибокого розуміння теоретичного матеріалу та практичного досвіду. Кількість завдань досить велика, може досягати 100 задач, частина з яких тестова. Завдання різної складності і максимально охоплюють увесь пройдений матеріал за семестр.

Сьогодні для кожної освітньої програми обсяг математики дуже різний. Вищі навчальні заклади намагаються зробити викладання математики профільним. Такий підхід не завжди приносить гарний результат у підготовці фахівців. Викладачі, що складають робочі програми з математики не завжди можуть оцінити які саме розділи і на скільки глибоко повинні засвоїти студенти для опанування майбутньої спеціальності. Часто, це просто неможливо зробити навіть у тісній співпраці з випусковою кафедрою, яка готує для акредитації освітню програму. Тому, що технології не стоять на місці а ринок праці постійно змінюється. Трапляється, що за час навчання, професія, на яку був націлений студент, може взагалі зникнути, або з якихось причин випускнику потрібно буде перепрофілюватися. Останнім часом, на робочому місці виникає необхідність поєднувати декілька спеціальностей. Наприклад, технолога і механіка, інженера і менеджера, економіста і енергетика.

Висновки. Вивчення математичного апарату на прикладних спеціальностях є необхідним і потребує більш глибокого обсягу. Засвоєння математичної програми на однаковому рівні сприятиме адаптації випускників на ринку праці. Такий підхід зробить більш простим зміну фаху випускника, що сьогодні є досить частим явищем по різних причинах.

Література

1. Гала С.В., Функціонування системи вищої освіти Китаю: аналіз досвіду / С.В. Гала // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – №9(135). – С. 72–77.
2. Шацька О.П. Тенденції розвитку вищої педагогічної освіти в КНР (70-ті рр. XX ст. – початок XXI ст.) / О.П. Шацька // Порівняльно-педагогічні студії. – 2011. – № 2(8). – С. 54–63.

Про математичну підготовку здобувачів вищої освіти**Володимир Сафонов, Олексій Зінькевич***Національний університет харчових технологій***Олександр Нещадим***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Вступ. Сучасна математична освіта висококваліфікованих інженерів, технологів, економістів, соціологів та інших фахівців потребує глибоких знань як класичних так і спеціальних розділів математики.

Матеріали і методи. Неминуча математизація сучасних галузей знань, зокрема в харчових технологіях, потреби практики і бурхливий розвиток комп'ютерних наук вимагають вдосконалення математичних методів дослідження та розробки питань математичного забезпечення.

Результати. Якість математичної підготовки фахівців залежить від обсягу та змісту математичних дисциплін, правильного поєднання строгості і наочності. Освіта в Україні має відповідати світовим стандартам. Це передбачає ступеневу систему вищої освіти, узгодження та зближення навчальних планів з відповідними планами провідних університетів Європи та США. Вивчення математичних дисциплін ускладнюється через широке використання математики в різних галузях науки і техніки. Тому спеціалісти в цих галузях разом з математиками мають визначити відповідну систему математичних знань, яку сьогодні вимагає для професіоналів. Ефективність навчання в певній мірі залежить від його організації. Правильна організація навчання передбачає регулярний контроль за роботою здобувачів. Необхідним процесом навчання є іспит. Добросовісна праця впродовж семестру суттєво полегшує підготовку до іспиту і гарантує успішне його складання. Теперішній розвиток науки і техніки практично унеможливорює систему освіти, яка давала б готові відповіді на всі запитання що можуть зустрітися у процесі роботи фахівця. Відповідаючи сучасним вимогам, кожний випускник університету має набути необхідну математичну культуру та повинен вміти при необхідності поповнити свої знання з математики. Найцінніша якість фахівця – це творчий підхід до вирішення проблем, які виникають в його роботі. Важливим аспектом застосування математичних методів є побудова необхідної математичної моделі та її вивчення за допомогою математичного апарата. Посилення цієї направленості навчання можна досягти завдяки покращенню освіти в області фундаментальних наук, серед яких важливою є математика. Впровадження комп'ютерних технологій підвищило вимоги до прикладної спрямованості курсу математики, спонукало необхідність вивчення таких математичних дисциплін як теорія ймовірностей, математична статистика, дискретна математика, дослідження операцій. Важливість і необхідність цих дисциплін вимагає включення відповідних розділів до програми з математики у вищих навчальних закладах, а їх вивчення можливе лише за умов загальної математичної освіти.

Висновки. Фахівців, які ґрунтовно засвоїли фундаментальні та спеціальні математичні дисципліни, чекає успіх на сучасному ринку праці.

Використання системи прикладних задач для формування математичної компетентності студентів технічного коледжу

Любов Фігурська

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету
імені І.Пулюя*

Вступ. Математична освіта є одним із компонентів фахової підготовки. Тому її зміст повинен спрямовуватись не на опанування готовими алгоритмами розв'язування типових задач, а на формування математичної компетентності. До того ж сучасний розвиток суспільства та науки потребує активного використання математики у різних галузях, що також підвищує вимоги до математичної підготовки майбутніх фахівців.

Проте сьогодні вималювалось ряд суперечностей математичної освіти: між сучасними вимогами і традиційною практикою математичної підготовки, зменшенням зацікавленості математикою студентами, відірваністю математичної науки від потреб фахової підготовки тощо. Крім того математика стає сухою наукою, коли не видно можливості використання її методів у майбутній професійній діяльності та у повсякденному житті.

Матеріали та методи. Одним із шляхів усунення вказаних суперечностей є використання системи практичних, професійно-орієнтованих задач, що сприяє ефективнішому, глибшому вивченню профілюючих предметів, розумінню причинно-наслідкових зв'язків, а отже, підвищенню математичної компетентності, як складової якості підготовки фахівця.

Міністерством освіти і науки України затверджені галузеві стандарти вищої освіти за різними спеціальностями. Стандарти розроблені на основі компетентнісного підходу до освіти, узгоджені з новою структурою освітньо-кваліфікаційних рівнів вищої освіти та Національною рамкою кваліфікацій, а тому повинні сприяти досягненню її вищої якості через підвищення компетентності випускників [1, с. 14.].

Компетентність – це здатність діяти на основі отриманих знань. На відміну від знань, умінь, навичок, що передбачають дію за зразком, компетентність передбачає досвід самостійної діяльності на основі отриманих знань. Компетентність об'єднує в собі інтелектуальну і навичкову складові освіти, має інтегративну природу, бо вбирає в себе ряд однорідних умінь і знань, які відносяться до широких сфер культури. Не дивно, що у світовій освітній практиці поняття компетентності виступає в якості центрального поняття.

Математична компетентність – це вміння бачити і застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і методи математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати., тобто розв'язувати прикладні задачі. Під прикладною вважатимемо задачу, яка виникає на практиці, та розв'язується з використанням математичних методів та прийомів. До прикладних задач, які використовуються в навчальному процесі, висувають ряд вимог: реальний практичний зміст; відповідність навчальним програмам використовуваних

методів і фактів; доступно і зрозуміло сформульовані умови; реальні числові дані [2]. Система задач повинна виконувати наступні функції: розвивальну (спрямовану на розвиток математичного мислення); навчальну (спрямовану на формування знань і умінь використання математичного апарату для аналізу практичних ситуацій); виховну (спрямовану на розвиток пізнавального інтересу та самостійності студентів); контролюючу (спрямовану на встановлення рівня засвоєння студентами запропонованого матеріалу, їх математичної компетентності).

Результати. Подамо приклади таких задач з дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика».

1. Задача з теми «Випадкові процеси». Фірма складається з двох обслуговуючих одиниць, кожна з яких у випадковий момент часу може вийти з ладу, після чого миттєво починається її ремонт, що триває впродовж випадкового часу. Переходи між станами відбуваються під дією елементарних потоків подій з інтенсивностями: $\lambda_{01}=4$, $\lambda_{02}=10$, $\lambda_{13}=10$, $\lambda_{23}=4$, $\lambda_{10}=6$, $\lambda_{20}=9$, $\lambda_{31}=9$, $\lambda_{32}=6$. Знайти чистий прибуток від роботи фірми, якщо відомо, що за одиницю часу справна робота одиниць обслуговування приносить прибуток відповідно 16 і 10 у.о., а їх ремонт вимагає витрат відповідно 3,5 і 10 у.о. Оцінити економічну ефективність зменшення вдвічі часу ремонту першого вузла, та втричі для другого вузла, якщо витрати відповідно збільшаться вдвічі і втричі.

2. Задача з теми «Інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу». Власник автостоянки для контролю сторожів протягом року провів 40 перевірок, за даними яких середня кількість автомобілів, що залишаються на ніч на стоянці становить 400 одиниць, а середнє квадратичне відхилення – 10 авто. Вважаючи відбір випадковим, з надійністю 0,99 оцініть за допомогою довірчого інтервалу середню кількість автомобілів, які залишаються на ніч. Чи обґрунтовані підозри власника про нечесність сторожів, якщо за їх звітами середня кількість автомобілів становить 395.

3. Задача з теми «Кореляційний аналіз». Провести опитування серед студентів групи та виконати аналіз наявності та тісноти лінійного зв'язку (між оцінками з математики та української мови, середнім балом та рівнем задоволеності життям (використовуючи опитувальники) тощо).

Висновки. Глибоке розуміння теоретичного матеріалу математичних дисциплін обумовлюється її практичним спрямуванням, що реалізує функції: осмислення, усвідомлення теоретичних знань, прикладну спрямованість тощо. Прикладні задачі є важливим засобом формування математичної компетентності як важливої складової якісної професійної підготовки.

Література

1. Національна стратегія розвитку освіти України на 2012-2021 р.р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/>.
2. Самарук Н. М. Педагогічні умови забезпечення професійної спрямованості викладання математичних дисциплін/ Н. М. Самарук// Нові технології навчання. – К. : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2007. – Вип. 46. – С. 22–26.

Поняття про математичну мову

Єгор Фузік, Петро Зінкевич, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Мова – це знакова система, яка служить засобом вираження думок, засобом спілкування між людьми, засобом передачі думок, знань, інформації від людини до людини, від покоління до покоління. Усі мови поділяються на природні (розмовні) та штучні (формалізовані). Математична мова є штучною мовою, яка будується за певними правилами з математичних знаків, що становлять її алфавіт.

Матеріали і методи. Під *математичними знаками* розуміють умовні позначення, якими скорочено записують математичні поняття і твердження, а також операції над математичними об'єктами. Знаки належать до математичних понять, які не означаються. Часто знаки в математиці є засобом випереджаючого відображення об'єктивної дійсності.

Результати. Математичні знаки традиційно називають «символами». Однак терміни «знак» і «символ» не рівнозначні. Символ не байдужий до того, що він зображує. Систему або сукупність логіко-математичних знаків називають *символікою*. Знаки є вихідним «матеріалом», з якого будуються за певними правилами мовні вирази – аналоги слів і тверджень звичайної мови.

Математичний вираз – це скінченна послідовність знаків з алфавіту математичної мови. Правила його побудови розглядаються в *синтаксисі* – граматиці математичної мови. Проте не кожна послідовність знаків є математичним виразом. Тому в процесі вивчення математичної мови важливу роль відіграє семантичний (змістовний) підхід, який дає змогу виділяти серед різноманітних скінченних послідовностей математичних знаків ті, що мають певний зміст.

Вивчаючи математичну мову, слід приділяти велику увагу *семантиці* розумінню студентами змісту математичних виразів — і *синтаксису* – вмінню користуватися формальним математичним апаратом (правильно виконувати тотожні перетворення математичних виразів).

Математичні вирази можна з'єднувати знаком певного відношення. Висловлення – поняття логічне, а не математичне. Отже, математичні вирази можуть задавати не тільки, а й логічні об'єкти. Через це в математиці поряд з математичними об'єктами вивчають і логічні. Нехтувати логічними об'єктами не можна, бо це приведе до нерозуміння математичних виразів.

У використанні символів звичайної і математичної мов є істотні відмінності. Так, у математичній мові один символ означає те, що у звичайній виражається словом або реченням, тобто певною скінченною послідовністю слів алфавіту мови. Це дає змогу скорочувати в математиці записи мовних висловів. Перевага символічного запису над словесним і в тому, що математичні знаки вільні від смислової багатозначності й обмеженості, які характерні для слів будь-якої звичайної мови. Отже, використання математичних знаків полегшує і

робить економнішим процес наукового дослідження.

Економія запису і заміна мовних висловів однозначними символами важлива, але не основна перевага символічної мови над звичайною. Основна перевага символічної мови над звичайною полягає в тому, що над логіко-математичними знаками можна виконувати операції і внаслідок цього перетворювати одні формули в інші.

Математична символіка пройшла довгий шлях розвитку. Минали десятки років і навіть століття, аж поки той чи інший знак остаточно набув прав громадянства в математичній мові. Розвиваючись разом з математичною наукою, система математичних знаків настільки розширилась, що виникла потреба їх класифікувати.

Розглядається п'ять класів знаків: 1)знаки об'єктів; 2)знаки операцій; 3)знаки відношень; 4)знаки відображень; 5) допоміжні знаки.

Наведемо, як приклад, деякі із них.

1) Знаки математичних об'єктів. $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ – десяткові цифри; $x, y, \dots$ – змінні; N – множина натуральних чисел, Z – множина цілих чисел, Q – множина раціональних чисел π – довжина кола з діаметром 1, $A(x), A(x; y), A(x; y; z)$ – точки на числовій прямій (площині, просторі) із зазначенням координат, ∞ – нескінченність, $D(f)$ – область визначення функції, $E(f)$ – множина значень функції, A_n^m – число розміщень з n по m , C_n^m – число комбінацій з n по m , P_n – число перестановок з n елементів,...

2) Знаки операцій. $(+)$ – додавання, $(-)$ – віднімання $(\cdot, \times)$ – множення, $(:)$ – ділення, $\cup$ – об'єднання множин, $\cap$ – переріз множин, a^n – піднесення до натурального ступеня, $\sqrt{}$ – корінь квадратний, $\lg, \ln, \log$ – логарифми, $\sin, \cos, \operatorname{tg}, \operatorname{ctg}$ – знаки

тригонометричних функцій, $\lim$ – границя, Δx – приріст аргументу, $f'(x)$ – похідна функції, $\int$ – інтеграл тощо;

3) Знаки відношень. $=$ – рівності, $\neq$ – нерівності, $<$ – менше, $>$ – більше, $\leq$ – менше або дорівнює (не більше), $\geq$ – більше або дорівнює (не менше), $\in$ – належить, $\notin$ – не належить (не є елементом множини), $\subset$ – включення однієї множини до другої, $\Rightarrow$ – слідування, $\Leftrightarrow$ – рівносильність, $\cong$ – конгруентні тощо;

4) Знаки відображень. f, φ – загальне позначення будь-якої функції тощо;

5) Допоміжні знаки. Знаки дужок: () – круглі, $[]$ – квадратні, $\{\}$ – фігурні; $,$ — кома, $;$ — крапка з комою, $.$ — крапка.

Висновки. Отже, найважливішою функцією логіко-математичної символіки є функція нормалізувати такий рух математичної думки, коли шуканий результат досягається внаслідок тимчасового абстрагування від конкретного змісту розглядуваної задачі.

Математичне моделювання як засіб підвищення освітнього рівня підготовки здобувачів вищої освіти

Лариса Халанчук

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Вступ. Аудиторна і самостійна робота студентів вищого навчального закладу є одним із важливих напрямків підготовки висококваліфікованих спеціалістів. Більшість інженерних задач потребує математичного моделювання, отже здобувачі освіти повинні розуміти взаємозв'язок між предметом, явищем чи процесом та його математичною моделлю.

Актуальність теми полягає в тому, що на сучасному етапі прискореного соціально-економічного розвитку суспільства, яке характеризується поступовою й неухильною інтеграцією України в європейські політичні, економічні, освітні й культурні структури, важливого значення набуває підвищення освітнього рівня підготовки висококваліфікованих спеціалістів для всіх галузей діяльності, збагачення інтелектуального та творчого потенціалу.

Матеріали і методи. Важливим завданням дослідження є необхідність перегляду методів озброєння спеціалістів, яких готує вища школа, умінням володіти знаннями, здатних до вільного професійного спілкування із зарубіжними колегами, які могли б користуватися оригінальною літературою, що сприятиме ефективності виконання професійних завдань. Особливого суспільного значення набуває вивчення наук у закладах вищої освіти, оскільки їх знання є суттєвим фактором високої фахової компетенції майбутніх спеціалістів.

Практика й результати досліджень переконують, що рівень знань, умінь і навичок у студентів та випускників ВНЗ недостатній для задоволення зростаючих потреб як професійного, так і особистого характеру [1,2]. Зростаючий розрив між обсягом знань, призначених для вивчення математичних дисциплін, й можливістю їх засвоєння, може бути подоланий, головним чином, шляхом розвитку розумових здібностей студентів, формування в них здатності самим регулювати процес засвоєння нових знань і підвищення ефективності навчання. Найболючішим питанням залишається встановлення взаємозв'язку між реальною і математичною моделлю. Досвід роботи з обдарованими учнями [3] було частково перейнято і використано при роботі зі здобувачами вищої освіти, які вже визначилися зі своїм професійним напрямком. Застосування математичного моделювання показує студентам міжпредметні зв'язки, що веде до підвищення мотивації навчання вищої математики і, як наслідок, підвищення освітнього рівня їхньої підготовки [4,5]. Підвищення ефективності навчання можливе лише за умов раціональної організації всього навчального процесу. При обмеженні навчального аудиторного часу при вивченні вищої математики, а також з урахуванням

психологічних особливостей студента, виникає необхідність навчати студентів самостійно працювати в позааудиторний час [6].

Результати. Працюючи в аграрному закладі вищої освіти, при викладанні вищої математики в більшості прикладів було використано задачі професійного спрямування, що вимагали математичного моделювання предметів, явищ чи процесів. Щороку здобувачі вищої освіти залучаються до наукової роботи з використанням математичного моделювання в їхньому професійному спрямуванні. Гідні виступи студентів на конференціях і конкурсах наукових робіт свідчать про позитивну динаміку підвищення освітнього рівня підготовки здобувачів вищої освіти

Висновки. Враховуючи специфіку вивчення наук математичного циклу в вищому навчальному закладі, де є свої особливості щодо засобів, форм і методів підвищення ефективності навчання, слід зауважити, що математичне моделювання під час організації діяльності здобувачів вищої освіти підвищує освітній рівень їхньої підготовки, оскільки закріплює знання, вміння і навички одночасно з декількох предметів через їх міжпредметні зв'язки.

Література

1. Вітвицька С.С. Основи педагогіки вищої школи: Підручник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
2. Новицька Л. Стан математичної підготовки студентів-екологів аграрних ВНЗ / Л.Новицька, О.Левчук // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2017. Вип. 1 (40). С.179-183.
3. Халанчук Л.В. Досвід роботи з обдарованими учнями. Сучасний урок в школі: теорія і практика: матеріали регіональної наук.-практ. конференції. Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б.Хмельницького, 2013. С. 202-205.
4. Математичні моделі в економічних задачах : практикум (І курс) / уклад. Ю. П. Буценко, О. О. Диховичний, О. А. Тимошенко. Київ : НТУУ „КПІ”, 2014. 57 с.
5. Думанська Т.В. Використання інформаційно-комунікативних технологій під час навчання вищої математики майбутніх економістів-бакалаврів. Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі : зб. наук. праць. Київ : Видавництво Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, 2015. Вип. 16. С. 68–75.
6. Чопоров С.В., Халанчук Л.В. Методика організації і проведення самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни «Вища математика». Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня 2017 р., Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2017. С. 181-182.

Математичне моделювання студентами в курсі математики**Сергій Шевцов, Наталія Грудкіна, Михайло Чиримпей***Донбаська державна машинобудівна академія*

Вступ. При підготовці спеціалістів різних галузей однією з головних вимог є вимога розвитку творчого, ініціативного спеціаліста, що володіє дослідницькими компетентностями, а також здатного впроваджувати у практику отримані знання з різних дисциплін. При вивченні математичних дисциплін ця умова досягається залученням студентів до математичного моделювання пов'язаного з напрямком навчання, та в подальшому залученням студентів до науково-дослідної роботи з використанням математичного моделювання.

Саме з перших днів навчання в вищій школі необхідно показати студентам важливість математики в якості вирішення проблем різних галузей науки, техніки, економіки та інших напрямків. В подальшому навчанні це дасть змогу успішно втілювати майбутньому фахівцю математичне моделювання в курсових, дипломних роботах, а після закінчення навчання в практичній роботі. Мета – показати переваги що надає математичне моделювання в досягненні високих практичних та наукових результатів.

Матеріали і методи. При вивченні курсу математики, за кожним з розділів необхідно окреслювати коло задач дослідницького характеру галузевого напрямку. На прикладі цих задач надавати студентам можливість будувати математичні моделі, робити висновки з отриманих результатів та по можливості порівнювати теоретичні та практичні результати.

Наприклад, курс вищої математики для студентів технічних спеціальностей з перших днів навчання має можливість розглядати найпростіші моделі: векторна алгебра – обчислення роботи; аналітична геометрія – траєкторії руху, лінії, поверхні; похідні – це швидкість зміни певних параметрів та інші питання. Курс математики для економістів (менеджерів) векторна алгебра – обчислення вартості товарів; аналітична геометрія – геометрична інтерпретація економічних показників; похідні – це продуктивність праці, еластичність попиту, пропозиції і таке інше.

Результати. Прикладом та результатом роботи є цілий ряд розробок методичного напрямку в котрих реалізовано математичне моделювання в якості завдання для студентів. Окрім цього на основі математичного моделювання проводяться науково-дослідні роботи прикладного характеру, що впроваджуються в виробництво та публікуються в періодичних академічних та фахових виданнях.

Розв'язок температурних задач прикладного характеру за допомогою математичного моделювання, а потім і чисельної реалізації моделі було відображено в цілому ряді наукових статей, деякі елементи розв'язку впроваджені в виробництво та втілені в якості прикладних задач моделювання в дисципліні «Рівняння математичної фізики». Окрім того існують реалізації в вигляді моделей інших процесів пов'язаних з технічними задачами: пружність,

моменти інерції, робота, центр мас та інше.

Математичні моделі в економіці студенти вивчають в курсі вищої математики: неперервне нарахування відсотків, еластичність економічних показників, нерівномірність доходу (крива Лоренца), та інші задачі. В курсі економіко-математичного моделювання – кожна задача є математичною моделлю певної практичної задачі з економіки, логістики, управління. Розробки були втілені в вигляді як методичних вказівок для студентів так і вигляді тез та статей (перелік літератури показує деякі останні публікації за напрямком).

Висновки. Математичне моделювання зі студентами на початкових курсах навчання зацікавлює математикою, як важливим інструментом своєї майбутньої професійної діяльності та формує навички наукової праці, що є необхідним при підготовці високопрофесійного фахівця. Формування такого стилю мислення студентів сприяє цілісній орієнтації на становлення фахівця, якому властиві не тільки професійні знання, а володіння методологічними принципами пошуку й застосуванням знань.

Література.

1. Шевцов С.О., Павлова С.О., Комп'ютерне моделювання температурного режиму обкочування трубчатих заготовок інструментом// Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя», 15 – 16 травня, 2019 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. –ДДМА, 2019. – С. 205-207.
2. Грудкіна Н. С., Шевцов С. О., Рівняння математичної фізики. Частина І : Посібник до практичних занять і самостійної роботи /. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 47 с.
3. Шевцов С. О., Грудкіна Н.С., Розв'язання задач з економіки методами математичного аналізу: посібник до практичних занять і самостійної роботи / – Краматорськ : ДДМА, 2019..
4. Шевцов С.О., Корчагіна С.А., Графічний аналіз оптимальності розв'язку задач з економіки // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя», 15 – 16 травня, 2019 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. –ДДМА, 2019. – С. 69-72.
5. Косилов М. С. Моделювання деформованого стану східчастих пустотілих поковок в процесі розкочування / Косилов М. С., Марков О. Є., Герасименко О. В., Шевцов С. О. // Вісник національного технічного університету «ХПІ», Серія: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії №35 (1257) – Харків НТУ «ХПІ» 2017,–С. 25-29.

Скалярний добуток при знаходженні найбільшого значення функції

Петро Якимчук, Петро Зінкевич, Олексій Зінкевич
Національний університет харчових технологій

Вступ. Задачі на знаходження на знаходження найбільшого і найменшого значень, як правило, розв'язуються загальним методом – методом диференціального числення. Однак, дослідження може ускладнитися уже при знаходженні похідної. Цю складність можна обійти, якщо застосувати інші підходи. Наведемо один з них.

Матеріали і методи. Використані поняття вектора на площині, скалярного добутку двох векторів.

Результати. Відомо, що скалярний добуток векторів $\vec{r}_1 = (\alpha_1; \beta_1)$ і $\vec{r}_2 = (\alpha_2; \beta_2)$ визначається за формулою:

$$\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \cos \varphi,$$

де φ – кут між векторами. Так як $-1 \leq \cos \varphi \leq 1$, то справедлива подвійна нерівність

$$-|\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \leq \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|. \quad (1)$$

Знак рівності досягається, якщо вектори колінеарні, причому $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вектори співнаправлені, і $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = -|\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вони протилежно направлені.

У координатній формі нерівність (1) має вигляд

$$-\sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2} \leq \alpha_1 \alpha_2 + \beta_1 \beta_2 \leq \sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2}. \quad (2)$$

Відомо також, що колінеарні вектори пов'язані співвідношенням $\vec{r}_1 = \lambda \vec{r}_2$ або у

вигляді координат $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$.

Приклад 1. Знайти найбільше значення функції $y = 2^{x/2} + 4\sqrt{21 - 2^{x-1}}$.

Розв'язання. Знаходимо область визначення заданої функції:

$$21 - 2^{x-1} \geq 0, \quad 2^{x-1} \leq 21, \quad x \leq 1 + \ln 21 / \ln 2.$$

Введемо до розгляду вектори $\vec{r}_1$ і $\vec{r}_2$ за умови виконання рівності $y = \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2$.

Маємо $\vec{r}_1 = (\sqrt{8 \cdot 2^x}; 4\sqrt{21 - 2^{x-1}})$, $\vec{r}_2 = (1/\sqrt{8}; 1)$,

тоді $|\vec{r}_1| = \sqrt{8 \cdot 2^x + 16 \cdot 21 - 8 \cdot 2^x} = 4\sqrt{21}$, $|\vec{r}_2| = 3/(2\sqrt{2})$.

Отже,

$$y = \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = 2^{x/2} + 4\sqrt{21 - 2^{x-1}} \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| = 6\sqrt{21}/\sqrt{2}$$

– верхня оцінка нерівності (2).

Знак рівності досягається, коли вектори $\vec{r}_1$ і $\vec{r}_2$ колінеарні і співнаправлені. Це можливо, якщо їхні координати пропорційні

$$\frac{\sqrt{8 \cdot 2^x}}{1/\sqrt{8}} = \frac{4\sqrt{21-2^{x-1}}}{1}.$$

Отже,

$$8 \cdot 2^{x/2} = 4\sqrt{21-2^{x-1}}, \quad 2^{x-1} = \frac{7}{3}, \quad x = 1 + \frac{\ln 7}{\ln 2} - \frac{\ln 3}{\ln 2}.$$

Встановимо, чи належить знайдене значення x області визначення функції перевіривши умову

$$1 + \frac{\ln 7}{\ln 2} - \frac{\ln 3}{\ln 2} \leq 1 + \frac{\ln 21}{\ln 2}. \quad (3)$$

Маємо

$$1 + \frac{\ln 21}{\ln 2} - 1 - \frac{\ln 7}{\ln 2} + \frac{\ln 3}{\ln 2} = \frac{\ln 7}{\ln 2} + \frac{\ln 3}{\ln 2} - \frac{\ln 7}{\ln 2} + \frac{\ln 3}{\ln 2} = 2 \frac{\ln 3}{\ln 2} > 0$$

– нерівність (3) виконується.

Отже,

$$y_{\text{найб.}} = \frac{6\sqrt{21}}{\sqrt{2}} \text{ досягається в точці } x = 1 + \frac{\ln 7}{\ln 2} - \frac{\ln 3}{\ln 2} \approx 2,222.$$

Приклад 2. Знайти найбільше значення функцію $y = \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8}$.

Розв'язання. Очевидно, що задана функція визначена і неперервна на відрізку $[-8;5]$, і вона досягає на ньому свого найбільшого і найменшого значень. Введемо в розгляд вектори $\vec{r}_1 = (\sqrt{5-x}; \sqrt{x+8})$ і $\vec{r}_2 = (1; 1)$.

Тоді

$$|\vec{r}_1| = \sqrt{5-x+x+8} = \sqrt{13}; \quad |\vec{r}_2| = \sqrt{1+1} = \sqrt{2},$$

$$\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| = \sqrt{26}.$$

Вектори $\vec{r}_1$ і $\vec{r}_2$ колінеарні і співнаправлені, їхні координати пропорційні

$$\frac{\sqrt{5-x}}{1} = \frac{\sqrt{x+8}}{1}.$$

Після спрощень знаходимо значення x , в якій функція набуває найбільшого значення:

$$5-x = x+8, \quad x = -\frac{3}{2}.$$

Отже,

$$y_{\text{найб.}} = y(-3/2) = \sqrt{26}.$$

Нижня оцінка функції $\sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} \geq -\sqrt{26}$, в той же час існує більш точна оцінка $\sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} > 0$.

Висновок. Знайдено найбільше значення функції без знаходження похідної функції. Це дозволяє збагатити студентів новими підходами до розв'язання задач.

СЕКЦІЯ II

Ф І З И К А

Кафедра фізики НУХТ була створена у 1930 році, і першим її завідувачем був видатний методист-фізик проф. Де-Метц Г.Г. – фахівець найвищого рівня у галузі радіоактивності та рентгенографії, який зробив великий внесок у розвиток української фізики (досліджував теплові явища та радіоактивність). У 1906-17 роках Де-Метц Г.Г. був видавцем і редактором науково-популярного журналу «Фізичний Огляд». До того ж саме він створив перший курс викладання фізики у середній школі та підготував низку підручників і методичних посібників для студентів.

Після смерті проф. Де-Метца Г.Г. кафедру очолювали: проф. Наумов А.Л. (1947 – 1960 роки), проф. Павлов І.С. (1960 – 1964 роки), член-кор. АН УРСР Арбузов М.П. (1964 – 1967 роки), доц. Даденкова М.М. (1967 – 1982 роки), проф. Воловик П.М. (1982 – 1992 роки), проф. Грехов А.М. (1992 – 1997 роки), доц. Вознюк П.О. (1997 – 2000 роки), проф. Король А.М. (2001 – 2017 роки). З 2017 року завідувачем кафедри фізики є доц. Літвинчук С.І.

На кафедрі постійно проводиться велика робота по підготовці науково-педагогічних кадрів. Викладацький склад поповнюється, зокрема, через аспірантуру. За темами, розробленими на кафедрі, були підготовлені та захищені кандидатські (Великодний П.Л., Бурдукова Р.С., Жмиря Л.П., Бунке Є.К., Казанський В.М., Тарапон В.С., Таранов І.Т., Сіднєв П.П., Череднік М.А., Вербицький Б.І., Луцик Ю.П., Літвинчук С.І.) та докторські дисертації (Павлов І.С., Дущенко В.П., Буляндра А.Ф., Воловик П.М., Марченко В.І., Романовський І.Я., Король А.М.).

За роки існування кафедри її співробітники переживали героїчні та багатостраждальні періоди життя народу. Чимало з них воювали на фронтах другої світової війни. Зокрема, завідувач кафедри Даденкова М.М. у 1941 році, закінчивши 4 курси КДУ, пішла на фронт. Брала участь в обороні Кавказу та визволенні Криму у складі 4-го Українського фронту. Нагороджена медалями «За оборону Кавказу», «За перемогу над Німеччиною у ВВВ 1941-1945р.», ювілейними медалями.

Доцент Великодний П.Л. воював на фронті з липня 1941 по травень 1945р. Як військовий технік окремого полку зв'язку 8 Повітряної Армії у складі 1 Українського фронту брав участь у прориві через Карпати, у визволенні Чехословаччини. Нагороджений «Орден Червоної Зірки», медаллю «За перемогу над Німеччиною у ВВВ 1941-1945р.» та ювілейними медалями.

Завідувач лабораторії Архангельський С.В. воював на фронті з червня 1941 по травень 1945 р. на Ленінградському фронті. Визволяв Київ, правобережну Україну, Карпати, Чехословаччину. Починав рядовим, у

відставку пішов полковником-інженером. Нагороджений орденом Вітчизняної війни I ступеня, орденом Червоної Зірки, медалями «За відвагу», «За бойові заслуги», «За перемогу над Німеччиною у ВВВ 1941-1945р.», ювілейними медалями.

У навчально-виховній роботі університету також брали активну участь викладачі нашої кафедри: ст. викл. Котікова С.М. (завідувач Підготовчого відділення, директор Центру доуніверситетської освіти), доц. Баглюк С.В. (заступник проректора по роботі зі студентами), доц. Носенко В.Є. (заступник декана з навчально-виховної роботи факультету ТБХ /ХКВ), доц. Медвідь Н.В. (заступник директора Центру доуніверситетської освіти).

Значний внесок у методично-технічну роботу кафедри зробили завідувачі лабораторії Архангельський С.В., Подв'язников А.В., Гордієнко О.М., Билінський В.О., Медвідь В.В. та інженер Долінська І.А., старший лаборант Двоскін З.П.

Нині на кафедрі працює висококваліфікований колектив, у складі якого вісім викладачів: завідувач кафедри, к.т.н., доц. Літвинчук С.І., д.т.н., проф. Король А.М., к.ф.-м.н., доц. Лазаренко М.В., к.ф.-м.н., доц. Медвідь Н.В., к.ф.-м.н., доц. Носенко В.Є., к.п.н., доц. Шатковська Г.І., ст. викл. Вишняк В.В. та ст. викл. Гуцало І.В.

Викладачі нашої кафедри забезпечують навчальний процес з вивчення дисциплін: «Фізика», «Фізика для харчових технологій», «Інженерна фізика» для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання факультетів (БТЕК, АКС, ГРТБ) та інститутів (ННІХТ, ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого).

З 2018 року для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» кафедра проводить заняття з вивчення вибіркової дисципліни «Інструментальні методи неруйнівної оцінки якості харчових продуктів». Також викладачі кафедри навчають здобувачів різних спеціальностей за дистанційно-заочною формою навчання у Львівській та Полтавській філіях НУХТ. Викладання дисциплін на кафедрі здійснюється за кредитно-модульною системою.

Наукова робота кафедри проходить у межах кафедральної держбюджетної теми: “Використання фізичних методів для інтенсифікації технологічних процесів та аналізу харчових продуктів” (державний реєстраційний № 0119U103162).

Наукові досягнення співробітників постійно публікуються у провідних наукових журналах, які реферуються Scopus, Index Copernicus, Web of Science, Google Scholar, EBSCO, UlrichsWeb, Global Impact Factor, CABI full text, Online Library of University of Southern Denmark, Directory of Research Journals Indexing, Universal Impact Factor, Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD), European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS), Directory of Open Access Journals (DOAJ), InfoBase Index, Chemical Abstracts Service Source Index (CASSI).

Викладачі беруть активну участь у закордонних, міжнародних, всеукраїнських конференціях та семінарах. Результати досліджень, отриманих

науковцями кафедри в області фізики твердого тіла, теплофізики, спектроскопії, активно впроваджуються у навчальний процес.

Активно проводиться і патентно-ліцензійна робота, результати якої підтверджені 27 авторськими свідоцтвами, патентами України на винаходи та корисні моделі. Своїми науковими публікаціями викладачі кафедри постійно поповнюють репозитарій НУХТ.

Завдяки тісній науковій співпраці викладацького складу з науково-педагогічними працівниками інших ЗВО та провідних наукових установ НАН України, починаючи з 2017 року, кафедрою фізики заключено вісім офіційних договорів про співпрацю: Національним педагогічним університетом ім. М.П. Драгоманова (м. Київ), Київським національним університетом імені Тараса Шевченка (м. Київ), Київським національним торговельно-економічним університетом (м. Київ), Інститутом сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України (м. Житомир), Інститутом фізики Національної академії наук України (м. Київ), ТОВ «Київоблбджолопром» (м. Боярка), Національним університетом біоресурсів і природокористування України (м. Київ), Миколаївським національним університетом імені В.О. Сухомлинського (м. Миколаїв).

Викладачі кафедри фізики проводять теоретичні та прикладні дослідження у різних напрямках у співдружності з іншими кафедрами НУХТ:

- технології хлібопекарських і кондитерських виробів,
- технології молока і молочних продуктів,
- технології м'яса і м'ясних продуктів,
- технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів,
- біотехнології продуктів бродіння і виноробства,
- технології консервування,
- технології зберігання і переробки зерна,
- харчової хімії,
- експертизи харчових продуктів,
- технології ресторанної і аюрведичної продукції,
- готельно-ресторанної справи.

На кафедрі функціонує науковий гурток «Фізика в сучасних харчових технологіях» (керівники: доц. Носенко В.Є., зав.каф. Літвинчук С.І., ст. викл. Вишняк В.В.).

Викладачі кафедри є авторами сучасних підручників, посібників з фізики, регулярно видаються і поновлюються методичні рекомендації до вивчення дисциплін.

З 2015 року на кафедрі розпочато роботу зі створення електронних навчальних курсів для дистанційного навчання, які постійно поповнюються новими матеріалами.

Нашою кафедрою 26 листопада 2019 р. було організовано науково-практичний семінар із міжнародною участю «Удосконалення фізичних методів контролю якості продуктів харчування», присвячений 135-річчю заснування

нашого університету. На захід були запрошені фахівці фірми «Bruker BioSpin GmbH» (Німеччина) з відділу АПК: доктор Маркус Лінк (Key Account Manager), Леа Хайнц (Product Manager FoodScreener) і Томас Шпенглер (Market Manager). Спеціалісти презентували новітні технології щодо виявлення фальсифікатів харчових продуктів, зокрема меду, методом ядерно-магнітного резонансу (1H-NMR). Проведений семінар кафедри викликав чималий інтерес з боку медових експортерів та був висвітлений «Пасічним журналом» (грудень 2019 р.).

Також на кафедрі фізики у цьому році по програмі Жан Моне Модуль був розроблений і поданий міжнародний проект “EU experience for implementation of food safety: methods of quality control”. Влітку сподіваємося на отримання позитивних результатів від міжнародного комітету за поданою заявкою.

Щорічно кафедрою фізики проводиться Всеукраїнська олімпіада НУХТ з фізики, де її переможцям надається можливість підвищити рейтинговий конкурсний бал при вступі до університету.

У рамках «Днів відкритих дверей», «Днів гостинності» на кафедрі постійно проводяться майстер-класи для старшокласників, наприклад, «Фізика навколо нас», «Коливальні процеси навколо нас», «Хвильові процеси навколо нас», «Оптика навколо нас» тощо. Також викладачі кафедри проводять Фізичні тренінги майбутнім абітурієнтам та у 2019 році на допомогу школярам видали навчальний посібник: «Фізика: комплексна підготовка до ЗНО для слухачів Підготовчого відділення Центру моніторингу якості та координації освітньої діяльності університету».

ПІДСЕКЦІЯ II.1

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ ТА НОВІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

The method of raw identification containing plant raw materials and products of its processing with the use of near-infrared spectroscopic

Inna Hutsalo, Svitlana Litvynchuk

National University of Food Technologies

Introduction. NIR spectroscopic technique has been established as a simple, rapid and effective analytical method for chemical components of foods and food products. Because the NIR procedure is easy to operate and requires no chemicals, it has wide application in the food industry. Development of methods of near-infrared (NIR) spectroscopic is one of major task of oil industry [1]. Introduction of new analytical methods into oil practice allows to realize this task.

Recently, the technique has been used as an analytical method for the estimation of components such as oil products.

Material and methods. In this article an opportunity for identification of the diffuse deflection spectrum of oilseeds and produce their transitions (meal, meal and protein) in the near-infrared spectroscopic.

Results. Development of express method identification containing plant raw materials and products of its processing is a priority, as these methods are environmentally safe and also allow us to regulate technological conditions of refining processes, are characterized by low error of determination, i.e. [2], high precision, and, in some cases, it is only possible to use because of its non-destructive effects on the analyzed sample.

Conclusions. Currently, we can distinguish the following main directions of identification of containing plant raw materials and products of its processing on the basis of the method of near-infrared spectroscopic and evaluation of quality of products of processing of oil raw materials (cake and meal). The method identification containing plant raw materials and its products have several advantages: short time (2 minutes) spent on the implementation of the single analysis; eliminates the use of toxic chemicals; does not require special training of laboratory personnel; non-destructive character, which is especially important for oilseeds from the point of view of breeding work. On the basis of the conducted survey we can conclude that the method of NIR spectroscopic has found wide application for assessment of quality and identification of plant raw materials and products of its processing, through rapid capabilities, high accuracy and ease of analysis.

References

1. Downey G., McIntre P. Detecting and quantifying sunflower oil adulteration in extra virgin oil from the Eastern Mediterranean by visible and near-infrared spectroscopy // J. Agric. Food Chem. – 2002. – № 50(20). – P. 5520-5525.
2. Xia Bai-Yang, Ren Qian. Obzor ryada metodov dlya obrabotki dannih spektroskopii v bližnei infrakrasnoi oblasti // Guangpu shiyanshi = Chin. J. Spectrosc. Lab. – 2005. – 22, № 3. – P. 629-634.

Дослідження реологічних властивостей катрана модульним комплексом «МИГ»

Надія Боліла, Нінель Форостяна

Київський національний торговельно-економічний університет

Вступ. Дослідження пружних властивостей риби – це дослідження деформаційних властивостей зразків, тобто встановлення закономірностей зміни реологічних властивостей риби від терміну та температурного режиму зберігання.

Від характеру прикладання деформуючої сили реологічні властивості можна розділити на зсувні, котрі визначають поведінку об'єкту в об'ємі при дії на нього дотичної сили; компресійні – характеризують поведінку продукту поміщеного в об'ємі, або між паралельними пластинами, або іншим способом і характеризують однонапрямлений розтяг або стиснення зразка; поверхневих, що визначають дію сили на поверхні зразка під дією нормальної складової деформуючої сили, тобто характеризують адгезійні властивості об'єкта дослідження.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – різновікові особини чорноморської акули катран, виловлені в Чорному морі біля мису Тарханкут і поблизу о. Зміїний в осінньо-зимовий період (листопад – лютий, 2013–2016 рр.) [1,2]. Експериментальні зрізи зразків проводили у різних частинах туші акули (біля голови, середини та хвостової частини). Досліджувані зразки були підготовлені так, що мали форму правильного прямокутника з лінійними розмірами : $49 \pm 0,5$ x $24 \pm 0,5$ (мм). Далі, закріплені вертикально в затискачах модуля комплексу «МИГ» зразки деформували до 30% відносно початкових розмірів [3,4].

Результати. Встановлено, що густина досліджуваних об'єктів зростає залежно від частини туші риби. Абсолютна величина зростання кожного зразка різна, це пов'язано із втратою вільної вологи в результаті їх зберігання. Втрата вологи залежить від морфологічної будови катрана. Найшвидше втрачає воду міжм'язова структура (сполучна тканина, жировий прошарок) і найповільніше м'язова (табл. 1).

Таблиця 1. Середні значення густини досліджуваних зразків, кг/м³

Зразок	Біля голови	Черевна частина	Центральна частина	Середина спинки	Хвостова частина
Свіжий	$974,57 \pm 21,29$	$712,30 \pm 12,83$	$1229,22 \pm 51,13$	$859,87 \pm 26,14$	$893,13 \pm 13,84$
Після заморожування	$957,95 \pm 11,12$	$813,39 \pm 36,15$	$1113,11 \pm 41,21$	$909,45 \pm 20,12$	$957,95 \pm 26,37$

Кореляція даних густини між свіжим зразком і першого заморожування становить 0,292403. Різниця кореляційних коефіцієнтів криється у втраті вологи. Так як у свіжого зразка густини для різних частин туші різна і коливається в межах від 1250 до 750 кг/м³, то після заморожування втрата вологи привела до вирівнювання густин в межах 1014,83 ± 23,13 кг/м³.

Найвищі показники деформуючої сили характеризуються у свіжих зразках від 4,1 до 3,7 Н, після першого заморожування фіксуємо зменшення величини деформуючої сили від 3,9 до 3,1 Н, що вказує на зменшення пружних властивостей досліджуваного об'єкту.

Коефіцієнт пружності залежно від частини туші складає біля голови 23 – 26 Н/м; середина 8 – 11 Н/м; хвостова частина 18 – 23 Н/м. Такі коефіцієнти пружності забезпечують високі органолептичні показники м'яса акули катран.

При деформації на 3,7% свіжого зразка діагонального зрізу біля голови катрана коефіцієнт пружності становить 165,49 Н/м. При подальшій деформації зразка до 15% , коефіцієнт пружності стабілізується в межах 81,28 Н/м, коли ж деформацію продовжити до 30% коефіцієнт пружності різко зростає і лежить в межах 226,32 Н/м. При подальшій деформації зразок розривається.

Висновки. Середнє значення густини свіжого м'яса акули катран коливається в межах від 1250 до 750 кг/м³. Після замороження та зберігання густина зменшується до 1014,83 ± 23,13 кг/м³. Коефіцієнт пружності вищим значенням характеризується біля голови та хвостової частини туші, а найменшим в центральній.

Література

1. Боліла, Н. О. Вплив морфометричних характеристик на споживні властивості чорноморської акули катран / Н. Боліла // Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча. – 2016. – Вип. 16. – С. 119-122.
2. Сидоренко, О. Споживні властивості акули катран (*Squalus acanthias*) / О. Сидоренко, Н. Боліла, Д. Дончевська // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". – 2018. – № 3 (27). – С. 57-65.
3. Шаповал, С. Л. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: Монографія / С. Л. Шаповал, Р. П. Романенко, Н. П. Форостяна. – К.: КНТЕУ. – 2017. – 192 с.
4. Shapoval, S. Improved method to determine structural-mechanical properties of turkey meat at axial deformation / S. Shapoval // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 1 (10(85)). – P. 63-69. – doi: 10.15587/1729-4061.2017.93453.

Використання фізико-хімічних методів для очищення води та їх вплив на організм людини

Олександр Бурмістров

Донецький національний медичний університет

Галина Шатковська

Київський національний університет технологій та дизайну

Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для водозабезпечення населення використовуються природні джерела, які вимагають ретельного очищення внаслідок присутності різних забруднень, що можуть негативно впливати на організм людини. До них можна віднести: колоїдні матеріали, розчинені неорганічні солі, органічні домішки, різні мікроорганізми. Різноманітність типів домішок визначає необхідність використання комплексних багатостадійних фізико-хімічних методів очищення.

Матеріали і методи. Гуанідінові сполуки та їх розчини, препарат метацид, тварини, реагент торгової марки «Акватон», гуанідін гідрохлорид, полігексаметіленгуанідін; методи фізико-хімічного аналізу.

Результати. На основі результатів санітарно-гігієнічної і токсикологічної оцінки авторами даної роботи встановлено, що вивчений зразок метацида є помірно токсичною і малокомунікативною сполукою (середньосмертельні дози для лабораторних тварин становили 760-900 мг/кг). За даними досліджень при динамічному спостереженні за функціональним станом організму піддослідних тварин з використанням 25-ти тестів було встановлено, що недіюча доза – нижче 0,15 мг/кг або 3,0 мг/дм³. Порогові концентрації за органолептичними та загально-санітарними ознаками шкоди складають, відповідно, 3,0 і 5,0 мг/дм³. Співставлення порогових концентрацій за трьома показниками шкідливості дало змогу рекомендувати в якості орієнтовно безпечного рівня дії – концентрацію 3,0 мг/дм³ за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості для метациду молекулярної маси більше 100 тис.

У даній роботі представлені такі сполуки гуанідінового ряду: гуанідін гідрохлорид $\text{CH}_5\text{N}_3\text{HCl}$ з молекулярною масою 95,53; полігексаметіленгуанідін $[-(\text{CH}_2)_6\text{NHC}\{\text{N}(\text{CH}_2)_6-\}\text{NH}-]_n$ з молекулярною масою 50 і 100 тисяч.

У поживне середовище вводилися зразки води, дозволені до споживання людиною після знезараження гуанідіновими сполуками. Кількість води відповідає стандарту для середовища Basal Medium Eagle (BME). Дослідження проводились на шести лініях фібробластів, шести лініях лімфоїдних клітин та клітин легкого ссавця. У якості контролю використовували дистильовану воду. Було виявлено, що в середовищі BME гуанідінові сполуки утворюють в граничних шарах кристаліти, стійко зв'язані з поверхнею.

У порівнянні з контрольними лініями, в дослідних культурах на середовищах з домішками гуанідінових сполук спостерігалась виражена затримка утворення молодих клітин на зразках, що швидко діляться. Перш за

все, це відбувалось у лімфоїдних і стовбурових клітинах. У сформованих клітинах в дослідних зразках доля клітин з дегенеративними змінами складала порядок 0,35 для всіх трьох вивчених реагентів при концентрації досліджуваного в процесі біотестування розчину менше 3 мг/дм³. Оскільки при фільтрації розчину на фільтрі залишаються одиничні кристали, точну концентрацію реагента встановити не вдалося, а розрахунковий метод дав величину близько 1 мг/дм³.

Найбільш наочними є дані з цитологічної активності досліджуваних розчинів (усереднені) та зміни цієї активності з часом. Автори провели дослідження з вивчення впливу водних розчинів гуанідінових сполук на життєдіяльність стовбурових кроветворних клітин і клітин крові людини. Концентрація вихідного розчину реагента в дистильованій воді складала 3 мг/дм³. Порівняльні дані були отримані на дистильованій і деіонізованій воді. Ефективність культивування досліджували на стовбурових кроветворних клітинах, які були виділені із ембріональної печінки (зразок 1) і периферійної крові онкологічних хворих, що знаходились в стадії ремісії (зразки 2, 3). Клітини заморожували з кріопротектором за двома режимами з різною концентрацією кріопротектора ДМСО (5% – зразки 1 і 2, 10% – зразок 3) та зберігали в низькотемпературному банку при температурі рідкого гелію.

В якості середовища використовували сухі композиції McCoy's фірми Serva з подвійним набором амінокислот і вітамінів. Після приготування середовище витримували в морозильній камері добу, а потім фільтрували через фільтри Millipore (0,22 мкм). На фільтрі чітко видно сформовані кристали акватона розміром біля 30 мкм. Перерахунок концентрації показав, що в контакт з клітковою культурою було введено розчин з концентрацією менше 1 мг/дм³. Розчин реагента після приготування було витримано за нормальних умов протягом 12 місяців. Клітини культивували в пробірках Лейтона в 0,3% агарового середовища з використанням в якості колоніастимулюючого фактора (КСФ) нейпоген (1000 од./см³ середовища фірми Roche). Посадку в культуру виконували по 10⁵ клітин на 1 см³ агарового середовища. Культуру знімали на 10-ту добу, готували постійні препарати за методикою, що описана в монографії, і підраховували кількість колоній і кластерів під мікроскопом при збільшенні $\times 125$. За колонії брали агрегати, що містили в собі більше 40 клітин, які вирости з однієї клітини, що поділилася. Великі кластери – від 20 до 40, малі – від 4 до 20. Необхідно зазначити високий рівень проліфераційної активності для зразків клітин 1 і 3.

Висновки. Висока стійкість гуанідінових сполук у водних розчинах без зміни активності протягом 12 місяців (досліджуваний період) призводить до їх неконтрольованого накопичення в різних об'ємах та навколишньому середовищі. Мікродомішки досліджених сполук у водних поживних середовищах при культивації клітин-попередників грануломоноцитопоезу призводить до зміни динаміки утворення колоній і особливо кластерів. Останнє можна пояснити блокуванням атомних груп молекул «пізнання» мембрани сформованої клітини молекулами гуанідінових сполук або їх фрагментами.

Інфрачервона спектроскопія поглинання бджолиного воску**Володимир Вишняк***Національний університет харчових технологій*

Вступ. Інфрачервона спектроскопія являє собою потужний сучасний метод аналізу якості продуктів, що використовуються в харчовій промисловості. В нинішній час існує проблема використання фальсифікованого воску в бджільництві, що в свою чергу може негативно впливати на якість меду[1].

Матеріали і методи. В даній роботі методом інфрачервоної спектроскопії поглинання [2] був досліджений бджолиний віск та його фальсифікат.

Результати. В процесі експерименту були отримані інфрачервоні спектри поглинання натурального бджолиного воску, парафіну, церезину, а також їх сумішей з різною концентрацією компонентів. На рис. 1 представлені типові спектри поглинання бджолиного воску, парафіну та церезину.

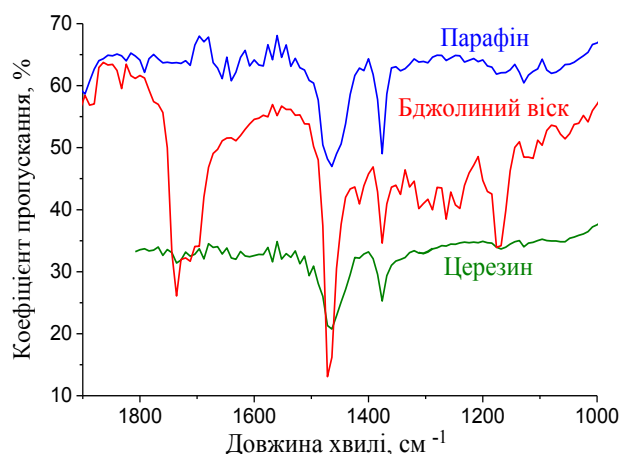


Рис. 1. Інфрачервоні спектри поглинання бджолиного воску, парафіну та церезину

Висновки. Інфрачервоний спектр натурального бджолиного воску має ряд особливостей, які відрізняють його від спектрів фальсифікату (віск з домішками парафіну та церезину). Даний факт дає змогу зробити висновок, що запропонований метод може бути застосований для первинного аналізу та ідентифікації зразків натурального бджолиного воску.

Література

1. Lidija Sveenjak, Ozren Jovieb, Sasa Prduna et al. Influence of beeswax adulteration with paraffin on the composition and quality of honey determined by physico-chemical analyses, ¹H NMR, FTIR-ATR and HS-SPME/GC-MS. *Food Chemistry*, 2019, 291, pp. 187—198.

2. Miguel Maia, Ana I. R. N. A. Barros, Fernando M. Nunes A novel, direct, reagent-free method for the detection of beeswax adulteration by single-reflection attenuated total reflectance mid-infrared spectroscopy, *Talanta*, 2013, 107, pp. 74–80.

УДК 621.643.8: 620.179.18

**Развитие методик определения тепловых потерь через изоляцию
трубопроводов централизованного теплоснабжения без отключения
потребителей тепловой энергии**

Александр Владимирский, Игорь Владимирский

Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины

Введение. Существуют методики определения тепловых потерь в эксплуатационных условиях, основанные на измерении тепловых потоков в контрольных точках на трубопроводе, на тепловизионном обследовании грунта над теплотрассой, на использовании приборов учета потребителей тепловой энергии, однако данные подходы либо подвержены сильным помехам, либо, как правило, не обеспечивают достаточного количества исходных данных и вынуждены широко использовать нормативные значения теплопотерь. В данной работе представлено развитие подхода, основанного на применении мобильных специализированных высокоточных средств измерений [1].

Материалы и методы. С целью обеспечения возможности измерять малые перепады температуры ΔT на концах участков трубопровода при больших, эксплуатационных расходах G теплоносителя и определения интегральных тепловых потерь на участке по известной формуле:

$$Q = c \cdot \Delta T \cdot G, \quad (1)$$

где c – теплоемкость теплоносителя, в СОП "Контроль и диагностика" ПАТ "Киевэнерго" применялись мобильные высокоточные регистраторы температуры (ВРТ): "ИМРТ-1" разработки ИТТФ НАН Украины и КБ "Шторм" при НТУУ КПИ [1] и "РТ-1" разработки ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины [2]. С их помощью удавалось на некоторых протяженных однородных участках тепловых сетей с постоянным расходом (без врезок) определять тепловые потери на подающем, и также на обратном трубопроводах по формуле (1). Однако на основном объеме тепловых сетей даже точности $0,03^\circ\text{C}$ измерения величины ΔT в эксплуатационных условиях не хватает, поскольку однородные участки тепловых сетей между врезками для корректного измерения ΔT оказываются слишком короткими. Это приводит к дальнейшему развитию методик на основе применения ВРТ, один из результатов которого представлен в докладе.

Результаты. Условия определения тепловых потерь методически предлагается делить на 3 типа.

Тип 1 – протяженные однородные участки трубопровода без врезок, на которых в эксплуатационных условиях можно получить перепад температуры, достаточно большой для его измерения с помощью ВРТ и определения в соответствии с (1) тепловых потерь.

Тип 2 – в испытуемый однородный участок тепловой сети попадают врезки, меняющие расход на испытуемом участке. Тепловые потери для подающего трубопровода определяются исходя из предположения о постоянстве скорости остывания теплоносителя на однородном участке по формуле (1), однако вместо расхода G используется расход

$$G = \sum_{i=1}^M L_i \cdot \left[\sum_{j=1}^M L_j / G_j \right]^{-1}, \quad (2)$$

где: G_j – массовый расход теплоносителя по j -тому участку между врезками, L_j – длина j -того участка, M – количество участков со своими расходами. На обратном трубопроводе тепловые потери могут определяться путем пересчета полученных потерь на температурные условия работы обратного трубопровода.

Тип 3 – в испытуемый участок включают разнородные участки с различными расходами теплоносителя, на концах подающего трубопровода которого измеряют перепад температуры ΔT . В этом случае по нормам с учетом температурных и других условий работы теплосети рассчитываются предполагаемые тепловые потери, по ним – предполагаемый общий перепад температуры ΔT_{Π} на подающем трубопроводе всего испытуемого участка, определяется коэффициент пересчета предполагаемых тепловых потерь в фактические $K = \Delta T / \Delta T_{\Pi}$.

Выводы. Представленное развитие определения тепловых потерь на основе применения мобильных ВРТ позволяет свести к возможному минимуму использование нормативных значений тепловых потерь при определении фактических. Мобильные ВРТ могут применяться в комплексе с методиками на основе использования узлов учета тепловой энергии у потребителей, в частности, на ветвях, где узлы отсутствуют. Представленный подход целесообразно применять и для контрольных измерений с целью не допущения пропуска существенных тепловых аномалий, например залитых участков теплотрасс, и предотвращения методического распределения соответствующих потерь тепла на всю зону теплоснабжения.

Литература

1. Контроль тепловых потерь на участках теплотрасс / Т.Г. Грищенко, Л.В. Декуша, А.А. Безprozванный, А.И. Самокиш, Л.И. Воробьев, А.В. Гайдучек, А.Т. Ненюк // Энергетика и электрификация. №8. – 2000. – С. 44–48.
2. Владимирский А.А., Владимирский И.А. Аппаратно-программный комплект для многоканальной регистрации температуры // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. – К.: Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Вип. 30, 2005. – С. 30–32.

Реєстрація відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеороїдів в радіодіапазоні

Борис Грудинін

Глухівський національний педагогічний університет імені О. Довженка

Вступ. Особливістю дослідження метеорної активності у радіодіапазоні є той факт, що реєструється не частина енергії, яка випромінюється під час згорання метеороїда в атмосфері, а частина перевипроміненої енергії від наземних трансляторів телерадіомовлення (так зване розсіяння вперед, від англ. – forward scattering) [1; 2].

Матеріали і методи. Сьогодні реєстрація відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеороїдів в радіодіапазоні за допомогою метода прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій (FM, Frequency Modulation) проводиться з використанням чотирьох радіотрас, створених за ініціативою Науково-дослідного інституту «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (НДІ «МАО»).

У квітні 2019 року НДІ «МАО» уклала Угоду про співпрацю з Глухівським НПУ імені О. Довженка. В межах цієї Угоди організовано роботу автоматизованого комплексу спостережень метеорів, який 5 серпня 2019 р. з успіхом запущено в дію. Складниками комплексу з реєстрації радіовідлунь є програмно керований приймач Realtek RTL2832U; направлена антена типу Ягі-Уда, розрахована на потрібний діапазон частот (88–108 МГц); програмне забезпечення для управління приймачем та збереження інформації; встановлений інтерпретатор мови програмування Python 3.4 з бібліотеками numpy, matplotlib, wave; програми обробки отриманих з ефіру масивів даних, розроблені на мові програмування Python.

Комплекс приймає сигнал потужної загоризонтної FM станції, розташованої в місті Кельце (Польща) на відстані приблизно 940 км від Глухова. FM станцію вибрано з урахуванням як азимутально-частотного розподілу шумів в місці розміщення комплексу, так і місць дислокацій, потужностей та частот випромінювання станцій передавачів і радіочастот. Відтак в Україні відкрито нову радіотрасу реєстрації відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеороїдів (траса Кельце–Глухів, частота 88.2 МГц).

Для прийому сигналу використовується антена типу «хвильовий канал» з вісьмома елементами (рис. 1). Коефіцієнти підсилення антени 13.2 дБ. Ширина діаграми спрямованості складає в горизонтальній площині – 40°, вертикальній – 20°, за рівнем – 3 дБ. Придушення заднього пелюстка – 20 дБ. Вертикальний кут (кут місця) максимуму головного пелюстка діаграми – 15°.

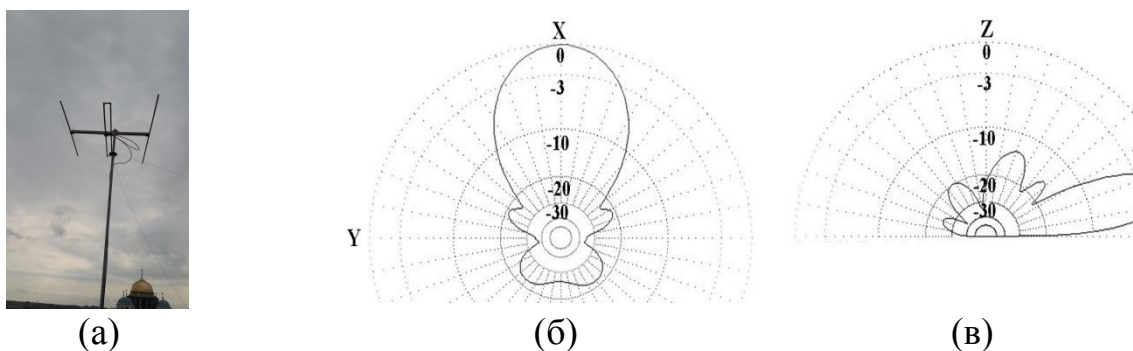


Рис. 1. Приймальна антена МАПК станції «WAGON» НДІ «МАО» (а) та її розрахункова діаграма спрямованості в горизонтальній (б) і вертикальній (в) площинах. Значення діаграми спрямованості наведені в дБ, крок змінювання кута – 10°

Результати. Розподіл загальної кількості вторгнень, зафіксованих комплексом за сім місяців, показано на рис. 1. Загальна кількість вторгнень за цей період – 40785 одиниць (рис. 2).

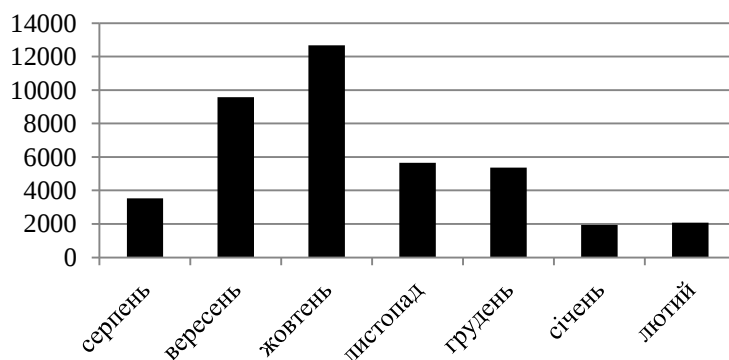


Рис. 2. Діаграма розподілу загальної кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Серпень 2019 р. – лютий 2020 р.

На рис. 3, 4 показані, відповідно, розподіли кількості вторгнень за годиною доби і за днем місяця.

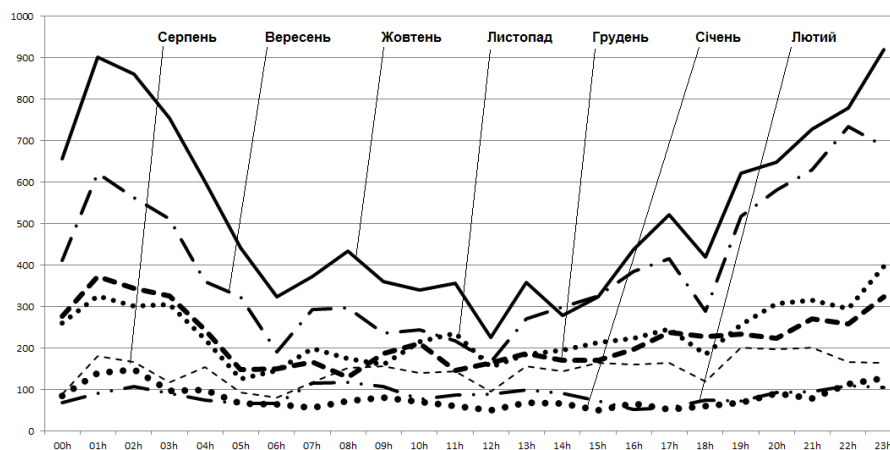


Рис. 3. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за годиною доби (вісь абсцис). Серпень 2019 р. – лютий 2020 р.

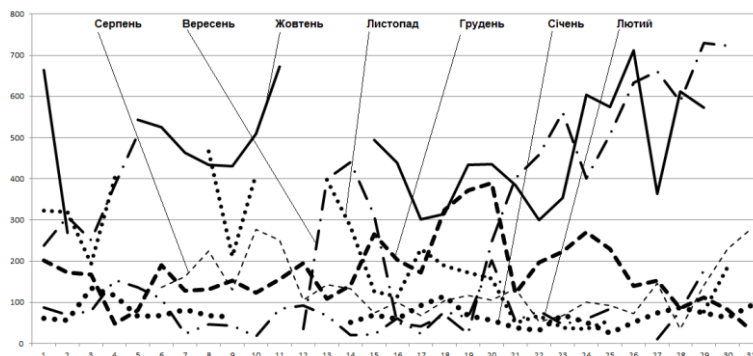


Рис. 4. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Серпень 2019 р. – лютий 2020 р.

Дані фіксації рідіовідлунь автоматично передаються на сайт європейського проекту RMOB (англ. – Radio Meteor Observing Bulletin). Дані представляються як у вигляді таблиць, так і у вигляді кольорових діаграм розподілу інтенсивностей вторгнень (рис. 5).

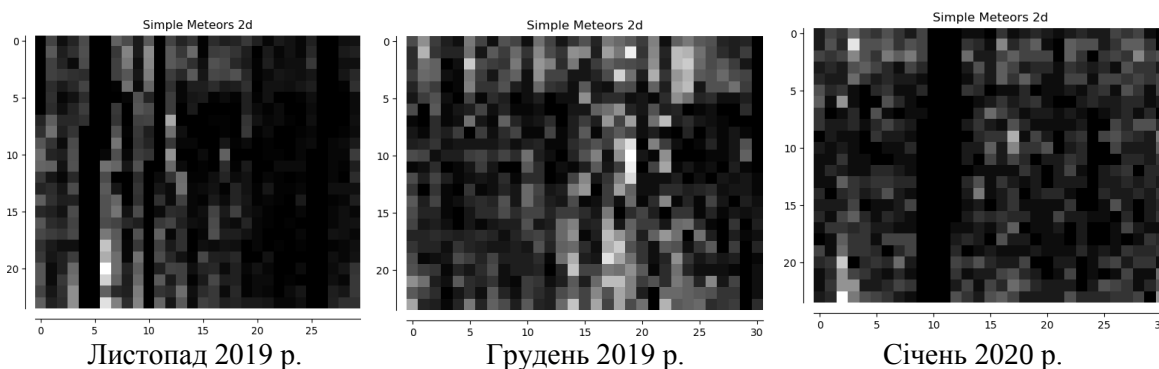


Рис. 5. Кольорові діаграми розподілу інтенсивностей вторгнень

Висновки. Перспективними науковими розвідками вбачаємо оцінку маси та швидкості метеороїдів за даними однопозиційних спостережень віддзеркалень від плазмових слідів метеороїдів сигналів загоризонтних FM-станцій з використанням методу відновлення несучої FM-сигналу.

Література

1. Вовк В.С., Калюжный Н.А., Козырев Е.С., Шульга А.В. Автоматическая обработка сигналов при наблюдении метеоров методом загоризонтного зондирования. *Вісник астрономічної школи*. 2012. № 2. С. 166–170.
2. Ballinger A.P., Chilson P.B., Palme R.D., Mitchell N.J. On the validity of the ambipolar diffusion assumption in the polar mesopause region. *Annales Geophysicae*. 2008. 26. P. 3439–3443.
3. Hunt S. M., Oppenheim M., Close S., et al. Determination of the meteoroid velocity distribution at the Earth using high-gain radar. *Icarus*. 2004. 168. N 1. P. 34–42.
4. IMO. Radio Observations [Електронний ресурс] / IMO. 2016. URL: hwww.imo.net/radio/reflection
5. Rubin A., Grossman J. Meteorite and meteoroid: New comprehensive definitions. *Meteoritics and Planetary Science*. 2010. № 45. С. 114–122.

Використання методу ядерного магнітного резонансу в харчовій промисловості

Інна Гуцало, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. В даний час найбільш унікальним та інформативним методом вивчення структури і властивостей речовин є метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

Матеріали і методи. Метод ЯМР використовується для визначення вмісту жиру, в тому числі утримання твердого жиру в шоколаді, маслах тваринного і рослинного походження; визначення вмісту олії в насінні; визначення вмісту залишкової олії і вологи на промислових волокнах; вимірювання вмісту масел в парафіні; контролю чистоти реактивів і багато іншого.

Результати. Метод ЯМР базується на взаємодії зовнішнього магнітного поля з ядрами, що мають магнітний момент, які при впливі на них радіоімпульсу певної частоти переходять на інший енергетичний рівень, а при відключенні імпульсу повертаються у початковий стан, випускаючи при цьому електромагнітне випромінювання. У результаті отримують зображення затухаючих резонансних коливань, в якому змішані сигнали резонують. Форма сигналів відрізняється в залежності від хімічного складу і фізичного стану аналізованої речовини, кількості резонуючих ядер (найчастіше ядер водню).

Принцип ЯМР заснований на використанні квантових властивостей парамагнітних ядер атомів. При установці пробірки з аналізованою речовиною в датчик ЯМР, що знаходиться в постійному магнітному полі, спіни ядер починають процесірувати навколо напрямку магнітного поля з частотою ЯМР. Під впливом радіоімпульсу магнітні моменти ядер розгортаються уздовж змінного магнітного поля котушки датчика. Після закінчення дії радіоімпульсу магнітні моменти ядер атомів повертаються в початковий стан, при цьому в котушці датчика наводиться сигнал спаду вільної індукції. Амплітуда сигналу залежить від кількості резонуючих ядер, а час ядерної релаксації – від навколишньої структури ядер зразка. За амплітудою сигналу і часу релаксації можна судити про фізико-хімічні властивості аналізованих речовин.

Висновки. ЯМР-аналізатор призначений для визначення амплітудно-релаксаційних характеристик речовин. За часом релаксації проводиться контроль параметрів якості продукції та параметрів технологічних процесів. Наявність уніфікованих методик та високий ступінь автоматизації процесу вимірювання дають можливість використовувати прилад у харчовій промисловості.

Література 1. Прошкин С.С. Методы и средства измерения теплофизических свойств пищевых продуктов, включая область фазовых превращений: дисс. канд. техн. наук: 01.04.14. – СПб, 2001. – 167 с.

Фазові переходи нанокристалів 1-октадецену у пористих матрицях силікагелю з модифікованими поверхнями

Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій

Катерина Гнатюк, Олександр Алексєєв, Максим Лазаренко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Роман Дінжос

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

Вступ. Пористі системи впливають на температури та теплоти фазових переходів в нанокристалах, але при цьому найбільша увага дослідників приділяється саме розміру пор, як основному фактору впливу. Але навіть в ранніх моделях які описують, наприклад, зміну температури плавлення нанокристалів з їх розмірами, уже враховується вплив міжфазного поверхневого натягу на неї. Ця величина значною мірою визначається хімічними та фізичними особливостями поверхні пор, в якій утворюються нанокристали. Суттєво можуть впливати на фазові переходи в цих системах також геометричні характеристики системи пор – їх форма та фрактальна розмірність кластеру, утвореного ними. Тому метою досліджень були фазові переходи в нанопористих матрицях силікагелю з різним хімічним складом пор.

Матеріали та методи. Нами були вибрані нанокомпозитні системи силікагель 1-октадецен $\text{SiO}_2\text{-R/C}_{18}\text{H}_{36}$. Хімічна модифікація поверхні матриць дозволила одержати матриці, поверхнева взаємодія яких з 1-октадеценом є радикально відмінною. Ми реалізуємо три варіанти поверхні – з полярними (-ОН) та неполярними групами (-TMS) і групами, які спроможні утворювати анкерну взаємодію з поверхнею хімічно модифікованої групами $\text{-C}_{18}\text{H}_{37}$ матриці.

Розміри пор і площу поверхні силікагелів вимірювали за допомогою Sorptometer KELVIN 1042. Термічну стабільність і склад зразків визначали за допомогою Дериватографа Q1500D. Теплофізичні дослідження проводились за допомогою DSC Q200.

Результати. У роботі проаналізовано залежності потоку теплоти від температури для досліджуваного 1-октадецену поміщеного у силікагелі з різною модифікованою поверхнею. Отримані залежності температур плавлення $\text{SiO}_2\text{-R/C}_{18}\text{H}_{36}$ ($T_v^{(C)}$) та теплоти плавлення ($\lambda_v^{(C)}$) від співвідношення F/V . Для нанокристалів 1-октадецену в порах силікагелів $\text{SiO}_2\text{-OH/C}_{18}\text{H}_{36}$ спостерігається пониження температури плавлення з зменшенням розміру пор. При модифікації поверхні пор силікагелів неполярними групами -TMS зменшується впорядкованість, тиск та знижуються енергетичні характеристики поверхневого шару. А отже структурні переходи олефінів в силікагелях з неполярними стінками $\text{SiO}_2\text{-TMS/C}_{18}\text{H}_{36}$ відбуваються при нижчих температурах ніж в силікагелях з полярними $\text{SiO}_2\text{-OH/C}_{18}\text{H}_{36}$.

При модифікацію поверхні пор неполярними групами $-C_{18}H_{37}$, які здатні утворювати анкерні зв'язки з кристалом, збільшується впорядкованість, тиск та збільшуються енергетичні характеристики поверхневого шару. Це пов'язано з тим, що пришиті групи $-C_{18}H_{37}$ вбудовуються в поверхневий шар та він стає зшитим з поверхнею силікагелю. А отже структурні переходи в силікагелях з неполярними стінками $SiO_2-C_{18}H_{37}/C_{18}H_{36}$, які здатні утворювати анкерні зв'язки, відбуваються при вищих температурах ніж в силікагелях з полярними $SiO_2-OH/C_{18}H_{36}$.

Запропонована термодинамічна модель фазового переходу дозволяє описати експериментальні залежності температур плавлення $T_V^{(C)}$ та теплоти плавлення $\lambda_V^{(C)}$ нанокристалів від співвідношення F/V формулами (1) та (2):

$$T_V^{(C)} = T^{(B)} + \frac{T^{(B)} (\nu_2^{(B)} - \nu_1^{(B)})}{\lambda^{(B)} \nu_1^{(B)}} (p_V^{(C)} - p^{(B)}) - (\alpha_1 - \alpha_2) \frac{T^{(B)} \nu_1^{(C)}}{\lambda^{(B)} \nu_1^{(B)}} \frac{F}{V}; \quad (1)$$

$$\lambda_V^{(C)} = \lambda^{(B)} \frac{T_V^{(C)} \nu_1^{(B)}}{T^{(B)} \nu_1^{(C)}} - \frac{T_V^{(C)} (C_{p2}^{(B)} - C_{p1}^{(B)})}{\nu_1^{(C)} T^{(B)}} (T_V^{(C)} - T^{(B)}) - \frac{T_V^{(C)}}{\nu_1^{(C)}} (\beta_2^{(B)} \nu_2^{(B)} - \beta_1^{(B)} \nu_1^{(B)}) (p_V^{(C)} - p^{(B)}) - (q_1 - q_2) T_V^{(C)} \frac{F}{V}. \quad (2)$$

За допомогою формул (1) та (2) можна визначити густину нанокристала, величину структурних напружень в ньому, а також енергетичні характеристики – різницю поверхневих натягів та поверхневих ентропій.

Висновки. Температура та теплота плавлення досліджених ланцюгових нанокристалів, що знаходяться в порах твердої матриці є лінійними спадаючими функціями відношення загальної поверхневої площі нанокристалів до їх загального об'єму.

Оскільки класична модель Томсона, яка розглядає плавлення в нерівноважних умовах і яка зазвичай застосовується для опису плавлення нанокристалів не в змозі описати згадані особливості, то запропонована інша термодинамічна модель, яка здатна їх описати і яка, на відміну від класичної, ґрунтується на уявленнях про температуру плавлення як про температуру рівноваги між кристалічною та рідкою фазами. Перевага цієї моделі полягає в тому, що за її допомогою можна визначити густину нанокристала, величину структурних напружень в ньому, а також енергетичні характеристики – різницю поверхневих натягів та поверхневих ентропій.

Релаксаційні процеси в радіаційно модифікованому каучуці СКМС**Михайло Лазаренко***Національний університет харчових технологій***Тарас Січка***Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова***Володимир Заболотний***Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського*

Вступ. Каучуки та резини завдяки своїм характеристикам знайшли широке використання в різних галузях народного господарства. Ці властивості суттєво змінюються під дією природних кліматичних умов (температура, вологість, УФ-опромінення) та специфічних умов використання, наприклад, радіаційного опромінення.

Матеріали і методи. Досліджувався бутадієн-метилстирольний каучук СКМС-10. Релаксаційні процеси в радіаційному вулканізаті досліджувались методом вільнозатухаючих коливань на оберненому вертикальному торсійному маятнику [1].

Результати. Каучук СКМС-10 був підданий зшиванню шляхом опромінення γ -променями. В результаті опромінення макромолекули каучука зв'язуються між собою поперечними С–С зв'язками, утворюючи просторову сітку, яка густішає при збільшенні дози опромінення. При цьому збільшується густина зразків та зменшується маса міжвузельних ділянок [2]. Досліди температурних залежностей логарифма декременту затухання показали суттєвий вплив зміни просторової сітки на сегментальну рухливість в області склування еластомера СКМС-10 (α - процес релаксації). При збільшенні дози опромінення температура склування зміщується в область вищих значень.

Для неопроміненого еластомера температура склування $T_{\alpha} = -72^{\circ}\text{C}$, для опроміненого дозою 10 МГр T_{α} становила $+110^{\circ}\text{C}$. На спектрах неопромінених зразків та зразків, що були опромінені дозами 0,35 та 5 МГр проявляються не тільки основний α – релаксаційний максимум, але і α_2 – максимум, який обумовлений молекулярною рухливістю еластомера в більш густозшитих ділянках. При більших дозах опромінення α – процес перекривається з α_2 – процесом. Це, на нашу думку, пояснюється зростанням частки густо зшитих ділянок. Температура його проявлення при цьому зростає, висота максимуму зменшується, ширина збільшується. Крім того основний релаксаційний процес, пов'язаний із склуванням полімеру, поглинає ряд λ – релаксаційних процесів, що спостерігались в неопромінених та опромінених малими дозами зразках. Ці процеси обумовлені фізичними зв'язками, що існують у вискоеластичному стані еластомерів. Це свідчить про наявність досить великого набору «сегментів» різної довжини, а, отже, і різної молекулярної маси. Великий набір сегментів, що розморожуються при різних температурах, приводить до поступового збільшення інтервалу склування.

В склоподібному стані еластомеру СКМС-10 спостерігається досить інтенсивний β – релаксаційний процес, який пов'язаний з молекулярною рухливістю бокових, кінцевих молекулярних груп та невеликих міжвузлових ділянок просторової сітки, і також є накладанням кількох процесів. Опромінення суттєво не впливає на протікання цих процесів.

Процеси хімічної релаксації на спектрах внутрішнього тертя представлені δ_c – процесом. Цей процес пов'язаний із деструкцією полімеру – розпадом С–С зв'язків полімерних ланок еластомеру СКМС-10. Із збільшенням дози опромінення висота максимуму зменшується, що говорить про зменшення його внеску у внутрішнє тертя опроміненого вулканізату.

У високоеластичному стані при температурі близько $+220^\circ\text{C}$ проявляється ще один новий релаксаційний Z_c – процес, який відсутній у неопроміненого еластомеру, і природа якого до кінця ще не була з'ясована.

Висота максимуму, пов'язаного з цим процесом при збільшенні дози опромінення зростає. При малих дозах він проявляється у вигляді «затягування» в область хімічної релаксації (частково максимуми Z_c і δ_c – процесів накладаються). При збільшенні дози опромінення еластомеру температура прояву δ_c – процесу залишається сталою, а для Z_c – процесу знижується. Це свідчить про більшу молекулярну рухливість структурних елементів, що відповідають за цей процес, в порівнянні з атомами карбону, які не втратили свого зв'язку з іншими атомами основного ланцюгу.

Вважаємо, що цей релаксаційний процес пов'язаний з утворенням в опромінених вулканізатах нових вільних С–С зв'язків із розірваних під час опромінення аналогічних зв'язків. Утворення густішої просторової сітки приводить до збільшення жорсткості матеріалу, а значить, до обмеження рухливості утвореного зв'язку. При великих дозах опромінення кількість таких атомів, які не приймають участь в утворенні просторової сітки, зростає (зростає максимум Z_c – процесу).

Висновки. Таким чином в роботі оцінено протікання релаксаційних процесів в склоподібному (нижче T_α) та високоеластичному (вище T_α) станах, а також ключовий для полімерів процес склування (α – релаксація) бутадієн-метилстирольного каучуку СКМС-10. Оцінено зміни викликані радіаційним опроміненням даного еластомеру.

Література

1. Шут М.І., Левандовський В.В., Січкара Т.Г., Янчевський Л.К. Загальна фізика. Спеціальний фізичний практикум.: навчальний посібник – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 189 с.
2. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. – М: Химия, 1979.

**Використання ближньої інфрачервоної спектроскопії для
аналізу харчових продуктів**

**Світлана Літвинчук, Володимир Вишняк, Володимир Носенко,
Катерина Андрієнко, Олександра Лукіяник**

Національний університет харчових технологій

Вступ. В даний час все більшої уваги громадськості набуває харчування. Тому якість та безпечність харчових продуктів є актуальним питанням. Терміново потрібні методи швидкого виявлення небезпечних речовин у продуктах харчування. Для експрес-оцінки якості харчових продуктів широко застосовується прогресивний фізичний метод – ближня інфрачервона спектроскопія (БІЧС). Це швидкий, об'єктивний та неруйнівний метод аналізу з високою повторюваністю результатів.

Матеріали і методи. Методом БІЧС аналізують молочні, м'ясні, олійні продукти, зерно, фрукти, овочі та напої, у тому числі спиртні.

Результати. БІЧС – це тип високоенергетичної коливальної спектроскопії, що виконується у діапазоні довжин хвиль від 750 до 2500 нм (від 13,333 до 4000 см^{-1}). Спектр БІ являє собою молекулярний спектр коливань, в якому смуги відбивання в основному відповідають обертонам і комбінаціям основних коливань. Більшість продуктів демонструють унікальні спектри, які можна використовувати для якісного та кількісного аналізу.

Тому метод БІЧС є досить поширеним для аналізу хімічних та біологічних продуктів, а особливо його зручно використовувати в харчовій промисловості. Методом БІЧС можна швидко виявляти різні домішки та оцінювати якість харчових продуктів.

Висновки. Отже, метод БІЧС є потужним інструментом для дослідження параметрів якості та безпечності продуктів харчування, а також сировини, що використовується для виготовлення цих продуктів.

Метод БІЧС широко застосовується в харчовій промисловості через безліч наступних переваг:

- 1) це швидкий метод, тобто час проведення аналізу триває кілька хвилин або навіть секунд;
- 2) БІЧС – це метод неруйнівного аналізу, тобто немає необхідності у процесі попередньої підготовки зразків або їх хімічної обробки;
- 3) для проведення аналізу необхідна мінімальна кількість досліджуваного зразка;
- 4) метод БІЧС забезпечує високу повторюваність результату.

Застосування методу ІЧ-спектроскопії для аналізу якості м'яса та фаршу**Світлана Літвинчук, Інна Гуцало***Національний університет харчових технологій***Сергій Тарасенко***Київський національний університет будівництва та архітектури*

Вступ. Останніми роками в технологічних процесах м'ясних виробництв все більше використовуються різні фізичні методи [1]. З одного боку, вони застосовуються в якості високоефективних методів обробки м'ясної сировини, а з іншого – такі методи відіграють важливу роль при аналізі м'ясних продуктів. Зокрема, до них належать: ЯМР-спектроскопія, ІЧ-Фур'є-спектроскопія, мас-спектроскопія, лазерно-індукована люмінесценція та інші [2]. А оскільки якість харчової сировини, зокрема, м'яса є найголовнішою вимогою будь-якого споживача, то необхідно проводити ретельний контроль продукту. Тим більше, що, на жаль, не всі постачальники м'ясної сировини дотримуються правил зберігання та транспортування. Це призводить до погіршення поживних властивостей продукту і непривабливого товарного вигляду. Тому деякі підприємці з метою одержання прибутку вдаються до різних способів придання м'ясу привабливості та подовження терміну зберігання шляхом ін'єкцій вологоутримуючими речовинами, вимочуванням його у спеціальних розчинах, обробкою антибіотиками, заморожуванням тощо.

Одним з основних показників якості м'яса є вологоутримуюча здатність м'язової тканини [3]. Отже, чим вищий ступінь гідратації м'язових білків і вологоутримувача здатність м'яса, тим вище якість готових м'ясних продуктів. М'ясо зі зниженою вологоутримуючою здатністю значно втрачає свою цінність як сировина для м'ясопереробної промисловості. М'ясо свиней високої якості має вологоутримуючу здатність у межах 53-66%.

Матеріали і методи. В якості об'єкту досліджень було обране свіже м'ясо та м'ясний фарш. Ці зразки також піддавалися заморожуванню. Теж були досліджені зразки сировини, що містили вологоутримуючу речовину. Основним методом досліджень був обраний метод ІЧ-спектроскопії в ближній області спектра.

Результати. Основні експериментальні результати отримано на приладі «Інфрарід-61» (рис. 1), за допомогою якого досліджувалися спектри дифузного відбивання в спектральній області 1,33-2,37 мкм. Для цього дослідні зразки м'яса (рис. 2) та м'ясного фаршу (рис. 3) послідовно завантажували в кюветне відділення і вимірювали інтенсивність дифузного відбивання у вищевказаній спектральній області.

Проведені дослідження показали, що, незважаючи на наявні відмінності у спектрах дифузного відбивання м'яса, вони якісно повторюють один одний. Проте, чітко видно, що інтенсивність спектру, особливо на довжині хвилі 1650 нм, для свіжих і заморожених зразків м'яса має суттєву різницю.



Рис. 1. ІЧ-аналізатор «Інфрапід-61»



Рис. 2. Зразок м'яса



Рис. 3. Зразок м'ясного фаршу

Висновки. Експериментально встановлено, що інтенсивність спектру дифузного відбивання для м'яса та м'ясного фаршу відрізняється, вона залежить від режиму зберігання зразків та додавання вологоутримуючої речовини. Отже, метод ІЧ-спектроскопії дозволяє застосовувати його для аналізу якості м'яса та фаршу.

Література

1. Любчик О. С. Розвиток метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження: дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук: 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення / Ольга Сергіївна Любчик; Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2018. – 171 с.
2. Posudin Y. I. Practical spectroscopy in agriculture and food science / Yuriy I. Posudin. – Enfield, N.H.: Science Publishers, 2006. – 188 p.
3. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и м'ясних продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2004. – 571с.

Аподизація апертури в дифракційних вимірюваннях

Наталія Медвідь

Національний університет харчових технологій

Олександр Гнатовський

Інститут фізики НАН України

Вступ. Розвиток сучасних технічних і наукових технологій в значній мірі привів до того, що добре знані елементи, зокрема оптичні, використовуються за новими призначеннями і в нових умовах. При цьому виявляються їх нові якості, що були до того не задіяні в повній мірі. Розглянемо це для випадку дифракційного перетворювача у вигляді дифракційної решітки.

Матеріали і методи. Дифракційна решітка відомий оптичний елемент і використовується в багатьох вимірювальних методах і пристроях. Але з самого початку її винаходу вона здебільше пов'язується зі схемою, що базується на її освітленні плоскою (або сферичною) хвилею з рівномірним розподілом комплексної амплітуди по апертурі. Залишаючи базовий алгоритм без змін, ми дещо узагальнюємо її складові. Так для решітки пропонується її фазовий профіль вважати двохшаровим. А поле, яке її освітлює, ускладнюється шляхом цілеспрямованої попередньої амплітудної та фазової деформації.

В цьому повідомленні такий принцип був використаний для перевірки можливості збагатити кутовий спектр решітки з метою вимірювань кутових та лінійних переміщень в легкий і доступний спосіб. Розрахунки проводились в рамках скалярної теорії дифракції. Схема включала модифіковану решітку, яка освітлювалась полем із складним розподілом амплітуди і фази. Кутові спектри утворених полів спостерігались у фокальній площині об'єктива, що виконував їх Фур'є перетворення.

Результати. В дослідях послідовно проводилось ускладнення структури дифракційних порядків решітки при включенні означених вище факторів аподизації. Так, віртуальне розшарування фазової поверхні решітки відкриває можливість змінювати інтенсивність дифракційних порядків, навіть в плоскій хвилі (на що мало звертають увагу). Це фактично пов'язано зі зміною ефективного профілю її штриха при поперечному переміщенні. Освітлення решітки двома плоскими хвилями вмикає механізм перекачки енергії між різними дифракційними порядками.

Додаткова фазово-просторова модуляція хвильового фронту вхідного пучка дає можливість суттєво збагачувати звичну структуру дифракційних порядків. Амплітудна модуляція також змінює кількість порядків, перерозподіляє енергію в них за рахунок зміни огинаючої контуру кутового спектра «синтезованої» в такий спосіб решітки.

Загальний результат приводиться на рис.1. Зліва показані етапи ускладнення розподілів енергії для аподизованої решітки в області її нульового порядку перед початком її поперечного переміщення. Праворуч наводяться розрахунки змін інтенсивності дифракції при поперечному переміщенні

решітки послідовно на 10^{-2} її періоду. Позиція В) в порівнянні з А) після комп'ютерної обробки дає можливість підвищити точність пересування майже на порядок. В нашому випадку з 10^{-2} до 10^{-3} періоду решітки (розрахунки проводились для решіток з періодом 10^{-2} мм).

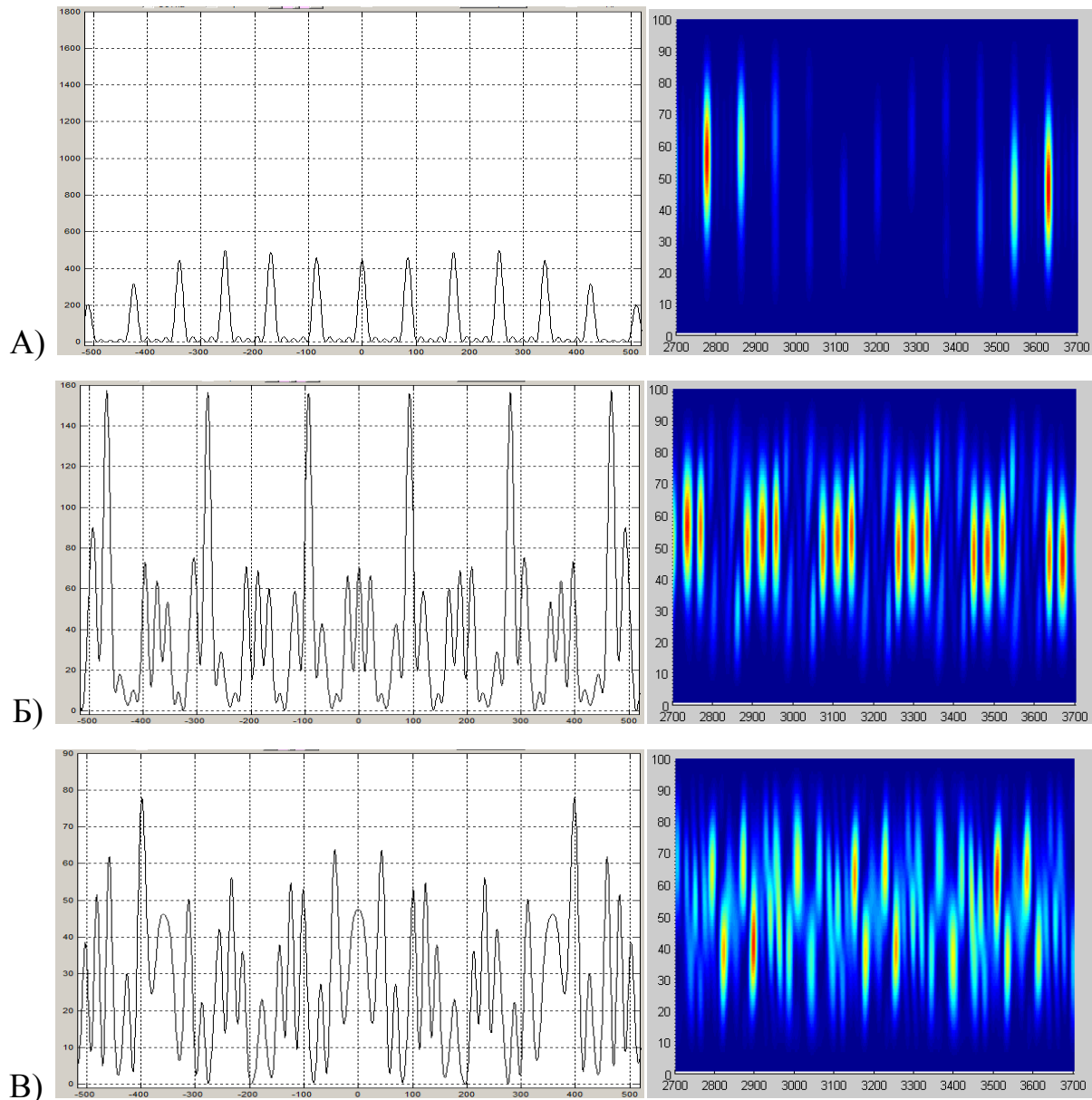


Рис. 1. Двохвимірні розподіли зміни енергії дифракційних резонансів решітки з аподизованою апертурою (справа) при поперечному переміщенні.

Спектр стартового початкового поля показаний зліва

Висновки. Оптимальна аподизація діючої апертури звичайної дифракційної решітки еквівалентна утворенню нової, «синтезованої» решітки. Її властивості перевершують традиційну схему і будуть корисними для практичних використання в дифракційних вимірювальних приладах.

Дифракційна решітка із змінним профілем штриха**Наталія Медвідь***Національний університет харчових технологій***Олександр Гнатовський***Інститут фізики НАН України*

Вступ. Сучасні тенденції в розвитку наукових і технічних досліджень полягають в збільшенні використання в якості наукового інструменту комп'ютерного моделювання. Зокрема, це стосується і розділу фізична оптика. Проілюструємо це на прикладі вивчення відомого базового оптичного елемента – однієї або системи із кількох дифракційних решіток.

Матеріали і методи. Для досліджень була створена комп'ютерна програма по розрахунку проходження електромагнітних хвиль крізь як амплітудні так і фазові періодичні елементи або систему таких елементів (модуляторів) із можливістю зміни їх взаємного розташування, зміщення один відносно іншого, зміни періоду та профілю фазового штриха. Вивчалась поведінка такої системи дифракційних решіток з метою створення нового класу дифракційних сенсорів. Їх дія пов'язана із індикацією змін конфігурацій системи, зокрема, малих переміщень. Отже, програмується і розраховується конфігурація зонду для вимірювань із дифракційної решітки з аподизацією її апертури за допомогою декількох амплітудно-фазових модуляторів. За їх допомогою решітка освітлюється не плоскою чи сферичною хвилею, як зазвичай, а складним (в нашому випадку періодичним) полем. Оптимальний вибір параметрів для таких модуляторів становить предмет цих і можливих подальших досліджень.

Результати. Наведемо деякі результати, пов'язані з ускладненням кутового спектра поля, що освітлює решітку із синусоїдальним фазовим профілем окремого штриха. Її поперечне пересування у полі модуляції фактично означає заміну профілю окремого штриха решітки на новий, відмінний для кожної нової позиції решітки. Тобто для кожного зсуву одержуємо нову решітку із новим кутовим спектром дифракційних порядків. Чим більша відмінність і чим точніша обробка одержаних змін, тим краща чутливість вимірювань.

Сказане ілюструється на рис. 1, де для порівняння подаються розподіли звичайного спектра решітки (А). Далі при її амплітудній модуляції (Б) спектр заповнюється еквідистантними новоутвореними дифракційними порядками. При введенні додаткової фазової модуляції (В) спектр ще більш ускладнюється. І, відповідно, ускладнюється «поверхня» переміщень, що використовується при обробці даних. Зміна її рельєфу в напрямку подрібнення і асиметризації дозволяє більш точно визначати зсуви за рахунок збільшення унікальності кожної окремої позиції зсуву в загальній множині інших. Обробка розподілів показує, що у порівнянні випадків (А) [1] та подібних схожих до (В), чутливість

системи збільшується. Для решітки з періодом біля 100 нм^{-1} вона міняється з 10^{-2} до майже 10^{-3} від розміру штриха періоду решітки.

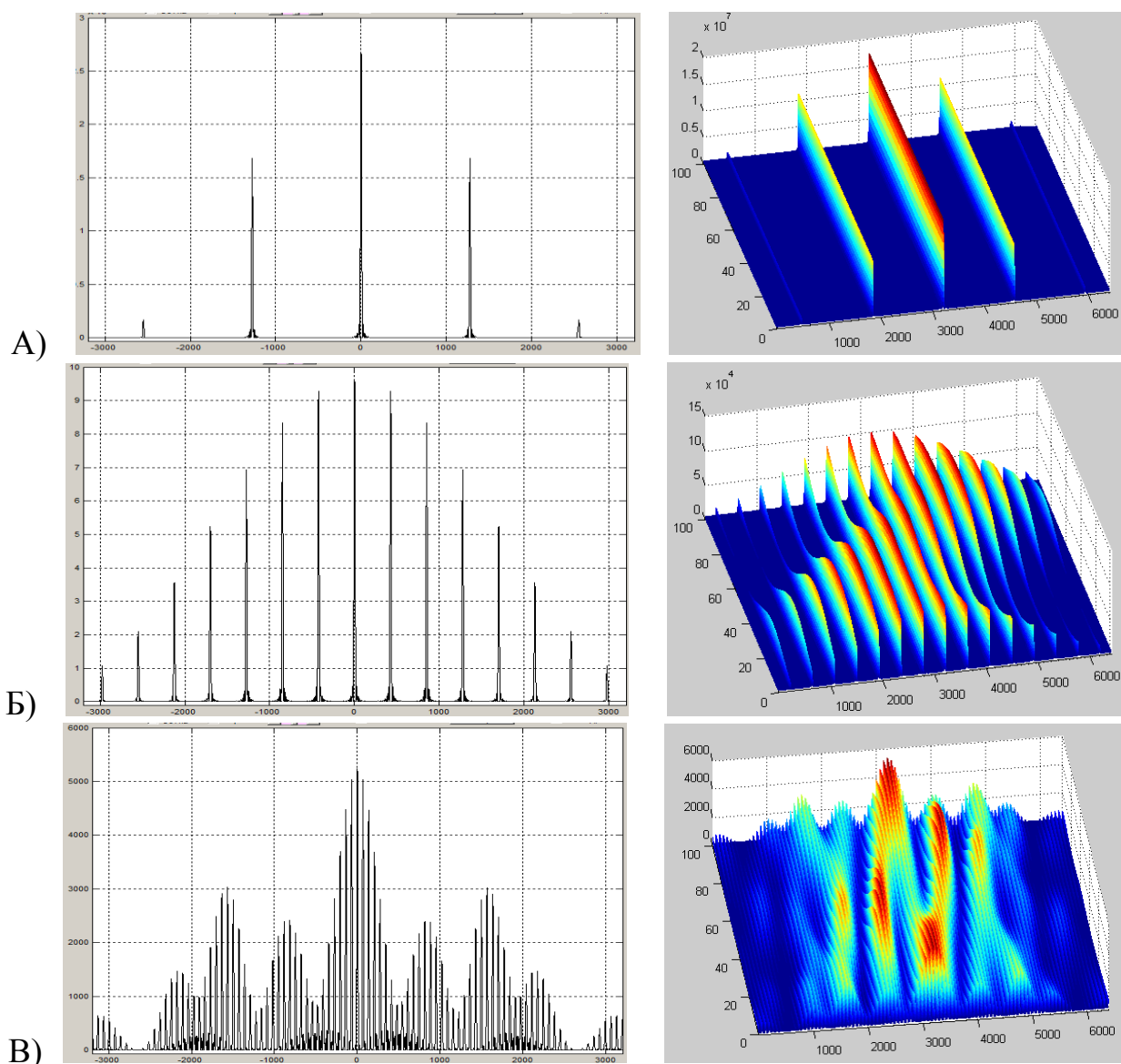


Рис. 1. Для випадків (А,Б,В) вісь ОХ – кутовий спектр; ОZ – крок переміщення в межах штриха; ОУ – інтенсивність дифракційних резонансів у в.од.

Висновки. Моделювання аподизації апертури решітки виявляє перспективний напрямок для створення нового класу дифракційних сенсорів переміщень і їх використання в чутливих приладах в області нанодіапазону.

Література

1. Bugaychuk S., Yezhov P., Tarakhan L., Negriyko A., Gnatovskyy V., Sydorenko A. Method of controlling the micro- and nanoscale displacements based on optical correlation, IEEE Catalog Number: CFP19814-USB, ISBN: 978-1-7281-1813-0, CAOL*2019, September 6-8, Sozopol, Bulgaria. – 2019. – Pp. 473-476.

2. Медвідь Н.В., Гнатівський О.В. Динамічні резонанси енергії в системі дифракційних решіток // Наукові праці НУХТ. – 2020. – Т. 26, №1. – С.115-124.

Створення батареї на алюміній-повітряній основі**Артем Московець, Оксана Венгер***Лицей “Наукова зміна”***Михайло Бик***Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»*

Вступ. За даними Організації Об’єднаних Націй, попит на електроенергію в найближче десятиліття значно зросте, особливо в країнах з перехідною економікою. Саме ці факти задають загальну тенденцію до електрифікації.

Матеріали і методи. Мала атомна маса алюмінію (27) та відповідний електрохімічний еквівалент – 2.98 А·год/г може порівнюватись навіть з такими металами як літій (3.86 А·год/г) та магній (2.20 А·год/г). Значенням об’ємної питомої ємності алюмінію значно перевищує інші метали: алюміній – 8.04 А·год/дм³, літій – 2.06 А·год/дм³, магній – 3.38 А·год/дм³. Варто зазначити, що алюміній – доволі сильний відновник та матиме від’ємний потенціал в більшості електролітів. Стандартний потенціал алюмінію = –1.662 В. Отож, теоретично, алюміній – чудовий анодний матеріал для ХДС.

Результати. В даному дослідженні була створена батарея з електрохімічним запасом енергії, яка складається з алюмієвого аноду, та органічного катоду з вуглешерсті (рис. 1).



Рис. 1. Батарея на алюміній-повітряній основі

Електролітом слугував 15% розчин Na_2CO_3 , адже в ході декількох експериментів були доведені його переваги над іншими електролітами.

Принцип дії полягає в окисненні алюмінію з 0 до +3 за рахунок реакції з киснем. Лужний електроліт був обраний задля попередження осідання Al_2O_3 на алюмінієвій пластині з утворенням так званої "оксидної плівки", адже під час гідролізу Na_2CO_3 утворюється NaOH , який реагує з Al_2O_3 з утворенням комплексної сполуки $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, яка переважно осідає на дні. В ході експерименту було визначено що 1% добавка NaCl покращує результати досліду. Провівши низку експериментів на одній комірці, найкращим результатом при 1200 Ом була сила струму 0.8 мА та напруга 0.8 В. З'єднавши паралельно 3 ряди, в кожному з яких послідовно з'єднано 9 комірок, була отримана сила струму 4 мА та напруга 3.8 В. Нижчий рівень напруги в порівнянні з теоретичним значенням можна пояснити нещільними контактами між анодами та катодами, а трохи більше значення сили струму – похибкою приладу.

Висновки. Під час експериментальної частини була досягнена поставлена мета: малоспоживчі електричні пристрої працюють, живлячись від створеної батареї. Експериментально та теоретично був визначений оптимальний склад електроліту, було визначено можливості його подальшого покращення. В ході роботи була підтверджена надійність та простота роботи батареї шляхом використання навіть непереробленого сміття – алюмінієвої банки. Практично було доведено, що батарея може бути ефективною при використанні навіть дуже дешевих матеріалів. Подальше дослідження даної теми є дуже перспективним через низку вищеописаних факторів, а саме: дешевизна матеріалів, використання екологічно чистих матеріалів, простота конструкції. Цей факт підтверджується постійним збільшенням кількості дослідів на дану тему.

Література

1. Электрохимия / Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирли на. – 2е изд., испр. и перераб. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 672 с.
2. Некрасов Б. В. Основы общей химии. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: «Химия», 1973. – Т. 2. – 688 с.
3. Тюрин Ю.И., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Физика ч.2. Электричество и магнетизм: Учебное пособие для технических университетов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2003. – 738 с.
4. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-11102-2>
5. <https://www.nature.com/articles/ncomms14283>
6. <https://vido.com.ua/article/11121/novyie-aliuminii-vozdushnyie-batariei-dlia-eliektroavtomobiliei-rabotaiushchiie-na-vodie-moghut-vytiesnit-litii-ionnyie/>
7. <https://hightech.plus/2018/10/15/novie-alyuminii-vozdushnie-batarei-ne-nado-zaryazhat>
8. <https://technews2.pp.ua/al-air-battery/>

Використання мікрохвильової обробки сировини як метод інтенсифікації технологічних процесів

Тамара Носенко, Володимир Носенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. В останні роки різні фізичні методи активно впроваджуються в різних виробництвах харчової галузі, у тому числі і в олійно-жировій. Особливо успішними напрямками є використання мікрохвильових технологій у процесах екстракції різноманітних речовин із сировини, висушування насіння та стерилізації різноманітних харчових продуктів. Нами були проведені експериментальні дослідження щодо впливу попередньої мікрохвильової обробки насіння соняшнику на динаміку екстрагування олії розчинником.

Матеріали і методи. В даній роботі використовували мікрохвильове випромінювання частотою 2450 МГц, потужність якого змінювали в межах від 240 до 360 Вт, тривалість оброблення становила 5-7 хвилин. Для обробки використовували соняшникову м'ятку, підготовлену на лабораторному подрібнювачі.

Результати. Одержані нами дані свідчать, що масова частка води в м'ятці, зволоженої попередньо до вологості $(11 \pm 0,5) \%$, зменшувалась внаслідок мікрохвильової обробки до 4,2-10,9 % протягом 5 хв, в той час як після теплового нагрівання за температури 100-105 °C протягом 70 хв її вологість становила 8,8 %. Наступне екстрагування олії із мезги методом настоювання із розчинником свідчить про збільшення кількісного вилучення олії на 17-35 % у порівнянні із контролем.

Дослідження кінетики екстрагування олії із соняшникової м'ятки, яка піддавалась попередній НВЧ-обробці тривалістю 5 хв та потужності 300 Вт, здійснювали в екстракторі Сокс-лет протягом 120 хв, при тривалості однієї стадії екстрагування 20 хвилин.

Наведені дані свідчать про зростання швидкості екстрагування олії із м'ятки, яку піддавали мікрохвильовому нагріванню: олія повністю екстрагувалась вже після 6 циклів, у контролі за цей час вилучалось приблизно 60 % олії (рис.).

Одержані нами результати щодо інтенсифікації процесу екстрагування олії внаслідок попереднього мікрохвильового оброблення сировини узгоджуються із одержаними іншими авторами щодо інтенсифікації масообмінних процесів під дією мікрохвильового поля [1-4]. Існують також експериментальні підтвердження зміни мікроструктури рослинної сировини під впливом мікрохвильового нагрівання. Такі зміни можуть відбуватись за рахунок того, що під час такого нагрівання у сировині, що містить вологу, відбувається інтенсивне пароутворення. Швидкість цього процесу вища, ніж швидкість перенесення пари, внаслідок чого виникає градієнт тиску, який збільшує швидкість дифузійних процесів, з одного боку, а також викликає зміни мікроструктури рослинної сировини.

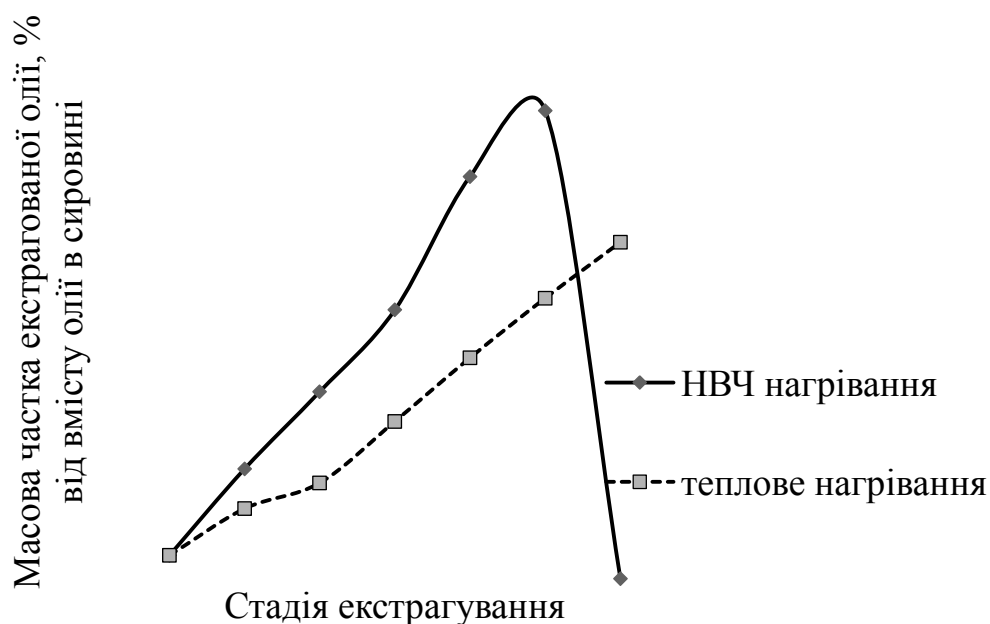


Рис. 1. Кінетика екстрагування олії із соняшникової м'ятки після попередньої обробки

Таким чином, використовуючи мікрохвильову обробку зволоженої м'ятки олійного насіння замість традиційної волого-теплової обробки, можна суттєво скоротити тривалість екстрагування олії розчинником та збільшити масову частку екстрагованої олії. Так, частка екстрагованої соняшникової олії після попередньої мікрохвильової обробки сировини зростала: під час екстрагування шляхом настоювання протягом 1 години – приблизно на 17 %, а під час екстрагування перколяцією – на 40 %.

Література

1. Fast Transmethylation of Serum Lipids Using Microwave Irradiation / Y. H. Lin, J. D. Loewke, D. Y. Hyun [et al.] // *Lipids*. – 2012. – Vol. 47, №11. – P. 1109–1117.
2. Kubra I. R. Effect of microwave-assisted extraction on the release of polyphenols from ginger (*Zingiber officinale*) / I. R. Kubra, D. Kumar, L. J. M. Rao // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2013. – Vol. 48, № 9. – P.1828–1833.
3. Mandal V. Microwave Assisted Extraction – An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research / V. Mandal, Y. Mohan, S. Hemalatha // *Pharmacognosy Reviews*. – 2007. – Vol. 1, №1. – P.1-18.
4. Soybean and rice bran oil extraction in a continuous microwave system: From laboratory- to pilot-scale / B.G. Terigar, S. Balasubramanian, C.M. Sabliov [et al.] // *J. Food Engineering*. – 2011. – Vol. 104, №2. – P. 208-217.

Визначення вмісту сухих речовин в меді за неповної кристалізації методом відриву кільця

Раміс Расулов, Роман Романенко

Київський національний торговельно-економічний університет

Вступ. Мед містить комплекс природно збалансованих речовин, що благотворно впливають на всі процеси життєдіяльності людини. Видатний вчений і лікар Авіценна у книзі «Канон лікарської науки» дає 150 рекомендацій застосування меду. Як у чистому вигляді, так і в суміші з іншими ліками [1].

Кристалізацію меду можна прискорити або уповільнити в залежності від температури. Найбільш швидко кристалізується мед за температури 10—15°C. У випадку більш низької температури нарощування кристалів затримується внаслідок зниження дифузії, а за високої — підвищується розчинність цукрів. За неповної кристалізації, що характерно для недозрілого меду, який зберігався тривалий період в умовах 25—28°C, над кристалічною масою утворюється рідкий шар з підвищеним вмістом води [2].

Виходячи з вищесказаного, метою даної роботи є визначення кореляційної залежності між вмістом сухих речовин в рідкому шарі на поверхні меду та коефіцієнтом поверхневого натягу рідини з цього шару.

Матеріали і методи. Для визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини використовували установку, основним елементом якої є універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад з цифровим оптичним динамометром, завдяки якому безпосередньо вимірюється сила відриву сталюого кільця від поверхні досліджуваної рідини [3].

Коефіцієнт поверхневого натягу обраховували по формулі:

$$\alpha = \frac{F - P}{\pi \cdot (D_1 + D_2)} , \quad (1)$$

де F – максимальне значення сили натягу (пік значень динамометра), Н; P – вага кільця, Н; D_1 – зовнішній діаметр кільця, м; D_2 – внутрішній діаметр кільця, м.

Об'єктом дослідження був гречаний мед на різній стадії кристалізації.

Завданням дослідження є визначення вмісту сухих речовин за допомогою фізичних методів дослідження.

Результати. Значення сили в момент відриву кільця від поверхні меду в програмі «Мультимедійна фізична лабораторія ІТМ» відображається у вигляді графіка. Результати визначення сили відриву кільця для меду за температури 20°C наведені на рис 1-2.

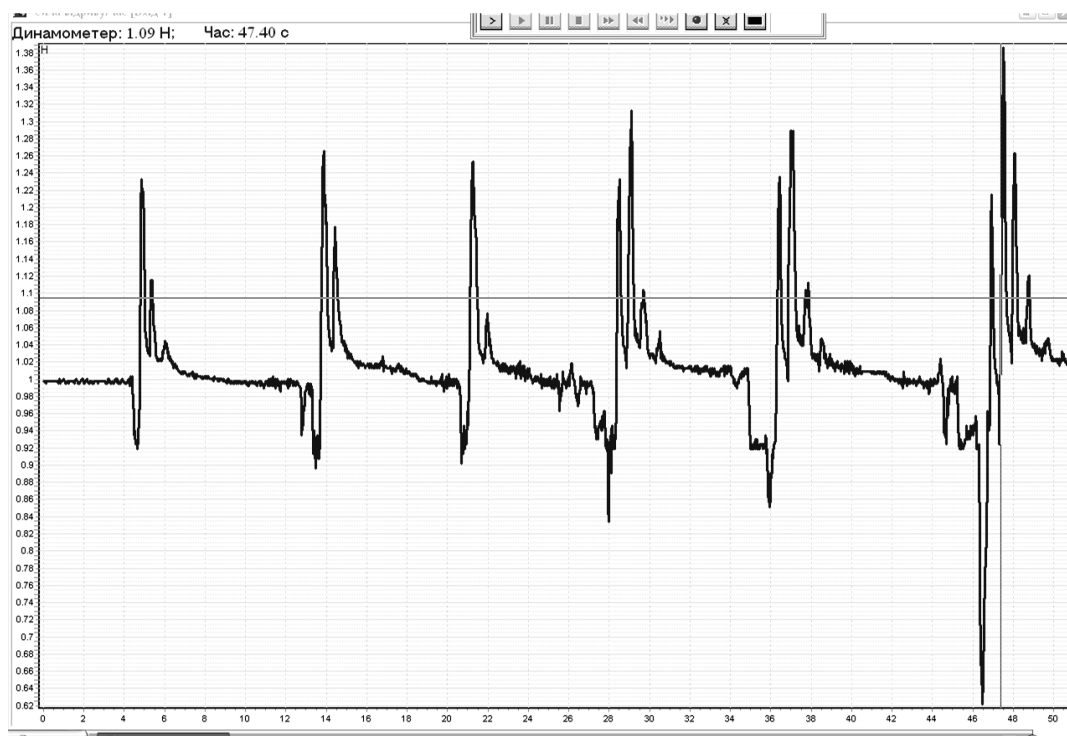


Рис. 1. Вікно програми «Мультимедійна лабораторія ІТМ». Графік відриву кільця від поверхні кристалізованого гречаного меду

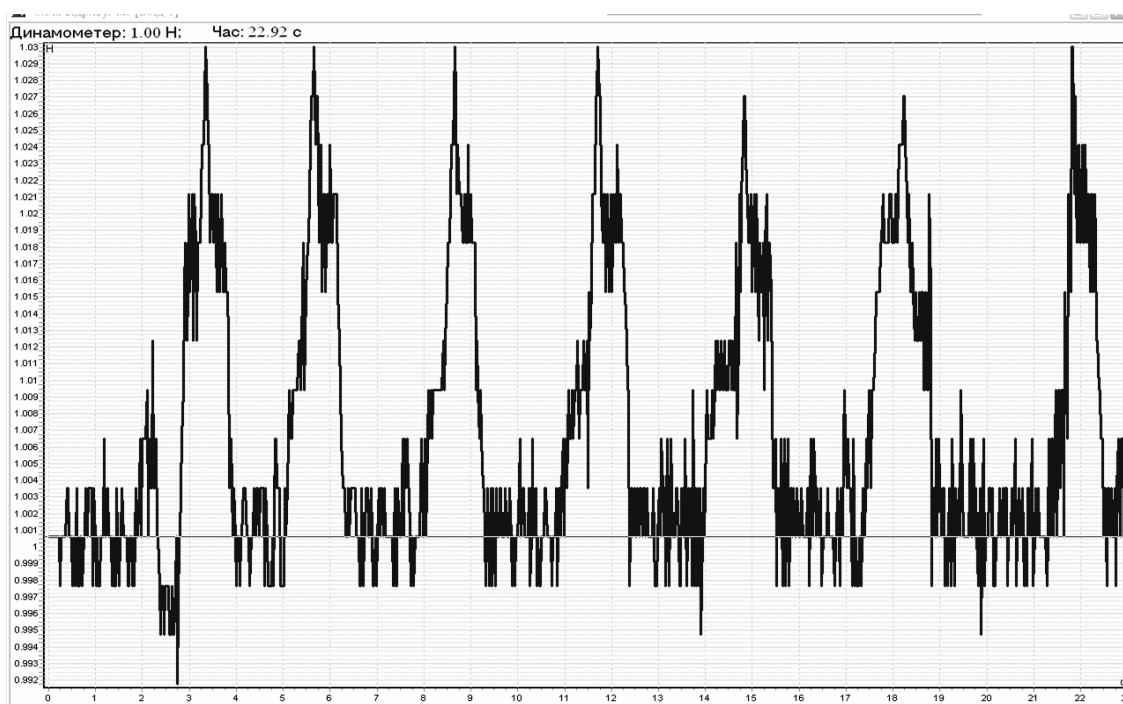


Рис. 2. Вікно програми «Мультимедійна лабораторія ІТМ». Графік відриву кільця від поверхні рідкого шару кристалізованого гречаного меду

Відносно невелика роздільна здатність на рис. 2 пояснюється невеликим діапазоном руху кільця з динамометрам при визначенні поверхневого натягу.

Для обрахунку коефіцієнта поверхневого натягу було використано додаток MIG-діагностика. На наступній стадії експерименту, у досліджуваних зразках меду рефрактометричним методом визначали вміст сухих речовин.

Розраховані значення коефіцієнта поверхневого натягу, із коефіцієнтом достовірності 0.95, наведені у табл. I.

Таблиця I. Значення поверхневого натягу для гречаного меду за температури 20⁰С

Сила відриву (F), Н	Вага кільця, (P), Н	Коефіцієнт поверхневого натягу		
		(α), Н/м	α сер., Н/м	$\Delta\alpha$, Н/м
Кристалізований мед				
1,23		0,82		
1,27		0,97		
1,25	1,01	0,8976	0,9685	0,0036
1,31		1,115		
1,29		1,04		
Рідкий шар кристалізованого меду				
1,03		0,1077		
1,03		0,1077		
1,03	1,03	0,1077	0,10262	0,00672
1,027		0,097		
1,026		0,093		

Було проведено порівняння значень вмісту сухих речовин, отриманих на рефрактометрі та методом відриву кільця. Визначено, що із зменшенням вмісту сухих речовин в меді зменшується показник заломлення та коефіцієнт поверхневого натягу. Після обрахунку кореляційної залежності, встановлено, що коефіцієнт поверхневого натягу знаходиться в прямій залежності від вмісту сухих речовин, з коефіцієнтом кореляції 0,78.

Висновки. Отже, поверхневий натяг меду залежить від відсоткового вмісту води. Проаналізувавши отримані дані, можна визначити кореляційну залежність між коефіцієнтом поверхневого натягу меду та вмістом сухих речовин, що може слугувати основою нового експрес-методу визначення вмісту сухих речовин в меді, оснований на фізичних властивостях його поверхні.

Література. 1. Сирохман І. В. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів [Текст]: підручник. – К.: ЦУЛ. – 2008. – С. 265.

2. Кириченко Л. С. Крохмаль, цукор, мед та кондитерські вироби [Текст]: Підручник для студентів вищих навч. закладів, які навчаються за освітньо-професійною програмою бакалавра з напрямку "Торгівля" / Л. С. Кириченко. – К.: КНТЕУ. – 2006. – 359 с.

3. Рекомендації до виконання науково-дослідних робіт на УВКП [Текст]: лабор. практикум / С.Л. Шаповал, Н.П. Форостяна, Ю.В. Литвинов, Р.П. Романенко. – К.: КНТЕУ. – 2013. – 96с.

УДК 664

Визначення коефіцієнта пружності харчових желатинових продуктів

Аліса Степчук, Оксана Венгер

Ліцей “Наукова зміна”

Вступ. У літературі [1-3] досліджено структурно-механічні властивості желейних цукерок, що виготовлені на основі пектину, агару. Метою даної роботи є дослідження желатиновмісних цукерок експериментальними методами: розтягом, пенетрацією, коливаннями. Дослідження будуть використані при розробці експрес-методів для аналізу якості та свіжості зразка.

Матеріали і методи. В роботі досліджено залежність структурно-механічних властивостей від компонентів желатинових виробів. Відповідно до завдання, обрано 5 зразків желейних цукерок вітчизняного та закордонного виробництва. Для дослідів використано універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад.

Результати. Визначено коефіцієнт в'язкості, коефіцієнт жорсткості та пружності, значення механічної напруги, коефіцієнт Пуассона, записані рівняння коливань.

Висновки. Концентрація желатину впливає на в'язкість, еластичність та міцність зразків. Фактором твердості продукту є бджолиний віск [4]. Міцними були зразки з карнаубським воском. Де бджолиний віск відсутній, виявлено пружність. Усі зразки желейних цукерок не були пластичними. Найбільший та найменший коефіцієнти жорсткості мали зразки, що містили карнаубський віск. Для закордонних виробників характерні більш міцні, пружні та в'язкі цукерки.

Література

1. Шаповал С.Л. Лабораторний практикум. Рекомендації до виконання науково-дослідних робіт на УВКП / С.Л. Шаповал, Н.П. Форостяна, Ю.В. Литвинов, Р.П. Романенко. – К.: Київ. нац. торг.-економ. ун-т, 2013.

2. Тютя О. Структурно-механічні властивості харчових продуктів / Тютя О. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 166–167. — (Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології).

3. Моделирование и оптимизация реологических свойств желейных полуфабрикатов / Д.В. Леонов, Е.И. Муратова, С.И. Дворецкий // Вопросы современной науки и практики. – 2011. – №3(34). – С. 378-383

4. Identification of beeswax and its falsification by the method of infrared spectroscopy / Volodymyr Vyshniak, Oleg Dimitriev, Svitlana Litvynchuk, Valeriy Dombrovskiy // Ukrainian Food Journal. – 2018. – Volume 7, Issue 3. – P. 421-433.

Нові властивості параметричних вимірювальних перетворювачів для прогнозування змін в часі харчової продукції та поточного контролю її структурних змін

Сергій Тарасенко

Київський національний університет будівництва та архітектури

Світлана Літвинчук, Володимир Носенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Новий вид прецизійних, високостабільних та високочутливих електричних триконтактних вимірювальних перетворювачів вперше дозволяє поставити питання про можливість контролю структурних змін виготовленого харчового продукту в часі (наприклад, його висихання, черствіння, старіння). А, отже, слід очікувати, що реальною виявляється й можливість побудови триконтактних вимірювальних систем для прогнозування стану та змін в часі фізико-хімічних властивостей продуктів під час їх зберігання.

Матеріали і методи. Серед таких триконтактних вимірювальних систем найкращим є клас так званих перетворювачів з “перехресними ємностями”, побудованих на основі теореми Лемпарда-Томсона, які практично не чутливі як до наявності на електродах помірних плівок окислів і бруду (наприклад, досить неоднорідних залишків на них раніше контрольованих речовин), так і до певної неточності виготовлення та встановлення електродів. В цих датчиках вперше можливо роздільно контролювати товщину об’єкта та його діелектричну проникність на основі використання ефекту М.М. Горбова.

Результати. Виправданим видається вимірювання контрольованого повного електричного опору продукту по двох його складових – не тільки по реактивній (ємнісній), але й по активній, оскільки остання буде особливо чутливою саме до висихання продукту, зважаючи на підвищену електричну провідність води. Ємнісна провідність може бути чутливою до змін мікроструктури міжпорових стінок м’якишу хлібу, коли зерна частково клейстерованого крохмалю ущільнюються та зменшуються в об’ємі, що призведе до створення повітряних прошарків між зернами крохмалю та масою коагульованого білку.

Подібний контроль видається доцільним ще й тому, що окремі добавки (наприклад, жири та деякі інші) порівняно мало сповільнюють зміни в часі властивостей м’якушу, які можна визначити об’єктивними (вимірювальними апаратурними) методами, і в той самий час маскують процес черствіння, дозволяючи хлібу довше зберігати свіжість, яку визначають органолептично та дегустаційно.

Технічними засобами такого контролю з класу найточніших, найстабільніших та найчутливіших серед усіх сучасних електричних вимірювальних перетворювачів є триконтактні ємнісні системи з “перехресними ємностями”, які побудовані на основі теореми Лемпарда-Томсона. Авторами розроблені планарні та циліндричні (трубні) ємнісні вимірювальні перетворювачі підвищеної точності та перешкодозахищеності.

Перші з них являють собою, наприклад, три- або п'ятиелектродні датчики із плоских електродів, всі з яких лежать в одній площині, на які розміщують виріб. Але за потреби роздільного контролю на транспортері складу (стану) або об'єму продукту (чи сировини) датчики стають чотири- або, відповідно, шестиелектродними за рахунок додаткового електроду, встановленого на певній відстані в паралельній площині над електродами. Тоді на результат вимірювання впливає або тільки діелектрична проникність, або товщина об'єкту.

Розроблені також конструкції циліндричних проточних ємнісних вимірювальних перетворювачів дозволяють проводити як високоточний контроль складу (виду) транспортованої в трубопроводі речовини (інтегральний контроль), так і гранулометричний (диференціальний) контроль розмірів або складу частинок домішок в ній. Відповідний датчик ніяк не спотворює контрольований потік транспортованої речовини, оскільки не містить ніяких електродів всередині нього і механічно представляє собою частину труби у вигляді трьох електрично ізольованих між собою металевих циліндричних електродів однакового діаметру з трубопроводом. Середній електрод, як і труба в цілому, заземлений, а два інші електроди довжиною, рівною діаметру труби, є вимірювальними. Довжина середнього кільцеподібного електроду має складати 0,3 діаметра трубопроводу.

Проведене експериментальне дослідження характеру розподілу електричного поля в такому датчику показало його неоднорідність з малою чутливістю біля стінок трубопроводу, що виключало можливість диференціального контролю параметрів речовини. Тому для контролю розмірів і складу частинок домішок в потоці була розроблена модифікація такого датчика, в якому діаметр електродів збільшено на 30 %, утворений додатковий кільцеподібний, над поверхнею потоку, простір датчика заповнено допоміжною речовиною (наприклад, контрольованою речовиною без домішок), а внутрішня циліндрична поверхня такого кільця обмежена непровідною трубою з діелектричною проникністю, близькою до такої, як у контрольованому потоці.

Висновки. Показана перспективність використання нового класу триконтактних прецизійних, високостабільних та високочутливих ємнісних та кондуктометричних вимірювальних перетворювачів. Найбільш досконалим є перетворювачі з “перехресними ємностями”, побудовані на основі теореми Лемпарда-Томсона, особливо – з використанням ефекту М.М. Горбова. Розроблені конструкції плоских і циліндричних проточних автоматичних вимірювальних перетворювачів для високоточного інтегрального та диференціального гранулометричного контролю складу транспортованої речовини.

Дослідження теплопровідності об'ємних наповнювачів для ковдр**Нінель Форостяна, Галина Михайлова***Київський національний торговельно-економічний університет***Юлія Гілевич***ДП «Укрметртестстандарт»*

Вступ. Для оптимізації асортименту та конструювання ковдр із заданими властивостями суттєву роль відіграє вибір наповнювача, зокрема його теплофізичні показники, які у різних матеріалів різняться між собою. Теплопровідність ковдр з наповнювачами різної природи походження, зокрема вовни овечої, верблюжої, кашемірової, бавовняного, бамбукового, евкаліптового та синтетичного волокна практично не вивчена. Контроль та вимірювання зазначеного показника дозволить в перспективі оптимізувати вибір матеріалу під час проектування постільних виробів з об'ємними наповнювачами, зокрема ковдр. Тому метою роботи була оцінка теплопровідності текстильних наповнювачів з різних видами наповнювачів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження слугували зразки наповнювачів різного волокнистого складу – овечої, верблюжої, кашемірової вовни, бавовняного, бамбукового, евкаліптового та синтетичного волокна. Експериментальні дослідження було проведено в лабораторіях Київського національного торговельно-економічного університету з використанням інноваційного пристрою – модуля «Теплота» багатофункціонального вимірювального модульного пристрою «MIG-1.3». Фотографії наповнювачів зроблено на універсальному вимірювальному комп'ютерному приладі із роздільною здатністю 600 пікселів.

Результати. Мікроскопічні дослідження волокон показали, що щільність наповнювачів є різною, а отже й маса повітря в них та, відповідно, маса самих волокон наповнювачів різняться між собою, що в результаті впливає на теплопровідність матеріалу. За отриманими даними сформовано ряд наповнювачів за зменшенням їхньої теплопровідності: вовна верблюжа → вовна овеча → бавовняне волокно → бамбукове волокно → вовна кашемірова евкаліптове волокно → волокно натурального шовку → поліефірне волокно.

Висновки. Отримані результати показали, що найбільш ефективним щодо теплозбереження є наповнювач з верблюжої вовни, тоді як поліефірне волокно має показник теплопровідності у 2,2 рази нижчий, що варто враховувати при формуванні теплозахисних властивостей постільних виробів з об'ємними наповнювачами, зокрема ковдр, з метою оптимізації асортименту останніх.

Спектри ІЧ-відбивання монокристалів нітриду галію

Чубак Наталія

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Вступ. Розвиток напівпровідникової електроніки у наш час тісно пов'язаний із розробкою приладів з використанням нітриду галію (GaN) і твердих розчинів на його основі.

Унікальне поєднання фізико-хімічних властивостей нітриду галію дозволяє використовувати його у широкому діапазоні технологічних задач для створення електронної техніки. Висока термічна, хімічна та радіаційна стійкість GaN дає можливість застосовувати його для виготовлення приладів, які працюють за високих температур і несприятливих умовах. На основі нітриду галію формується нове покоління електроніки і випускається низка електронних приладів – від світлодіодів і лазерів, сенсорів, плоских дисплеїв, систем освітлювання, СВЧ-приладів до елементів цифрової електроніки [1, 2].

Матеріали і методи. Нітрид галію – прямозонний напівпровідник з великим діапазоном зміни ширини забороненої: 1,65 – 6,3 еВ [3].

За допомогою математичного редактора MATHCAD були змодельовані інфрачервоні спектри відбивання монокристалів нітриду галію з метою вивчення їхньої оптичної анізотропії.

Результати. Як відомо, коефіцієнт відбивання $R(\nu)$ пов'язаний із головними показниками заломлення n і поглинання k формулою:

$$R(\nu) = \frac{[n(\nu) - 1]^2 + k^2(\nu)}{[n(\nu) + 1]^2 + k^2(\nu)}. \quad (1)$$

Здебільшого в області залишкових променів показник заломлення $n(\nu)$ є чисто уявною величиною, а отже, коефіцієнт нормального відбивання

$$R(\nu) = \left| \frac{n(\nu) - 1}{n(\nu) + 1} \right|^2 \quad (2)$$

складає 100 %, тобто кристал у цьому діапазоні частот повністю відбиває світло, яке на нього падає. Подальше збільшення частоти від ν_L супроводжується зменшенням коефіцієнта відбивання від 100 % до 0. За умови $n(\nu) = 1$ коефіцієнт відбивання має мінімальне значення, що дозволяє визначити частоти, на яких $R_{\min}(\nu) = 0$. У разі подальшого сканування за частотою спостерігається збільшення коефіцієнта $R(\nu)$ [6].

Для вивчення спектрів інфрачервоного відбивання від поверхні монокристала нітриду галію дослідження проводилися в діапазоні частот 200 – 1000 см^{-1} з урахуванням взаємно узгоджених параметрів GaN (табл. 1) відповідно за двох орієнтацій $E \perp C$ і $E \parallel C$ [4, 5], де E – електрична складова електромагнітного випромінювання; C – оптична вісь кристала.

Розрахунки спектрів інфрачервоного відбивання проводилися без урахування поглинання.

Таблиця 1. Взаємоузгоджені параметри монокристала GaN ($T = 300$ K)

Напрямок	ε_{∞}	ε_0	$\nu_T, \text{см}^{-1}$	$\nu_L, \text{см}^{-1}$
$E \perp C$	5,4	9,5	559	746
$E \parallel C$	5,8	10,4	553	744

Встановлено, що максимальне значення коефіцієнта відбивання для GaN дорівнює $R(\nu) = 0,96$ в діапазоні частот $580\text{--}760 \text{ см}^{-1}$. За частоти $\nu = 780 \text{ см}^{-1}$ має місце мінімальне значення, яке становить $R(\nu) = 0,0001$.

Варто зазначити, що проміжок між частотами поздовжнього і поперечного оптичного фону для вказаних вище орієнтацій залежить від коефіцієнта затухання фононної підсистеми монокристала нітриду галію: зі збільшенням величини цього коефіцієнта зменшується коефіцієнт відбивання в області частоти поперечного оптичного фону.

Висновки. Комп'ютерний експеримент дозволив змоделювати спектри ІЧ-відбивання для монокристалів нітриду галію за орієнтацій $E \perp C$ $E \parallel C$. З'ясовано, що структури GaN добре моделюється у разі використання взаємоузгоджених параметрів.

Сpektри відбивання, отримані методом ІЧ-спектроскопії зовнішнього відбивання, дозволяють прогнозувати оптичні властивості GaN.

Література

1. Балакирев А., Туркин А. Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике // Современная электроника. – 2015. – № 4. – С. 28–32.
2. Цисарь М.А. Исследование анизотропии поверхности поликристаллического покрытия нитрида галлия на туннельном микроскопе, оснащённом острием из алмаза, легированного бором // Сверхтвердые материалы, – 2016. – № 3. – С. 37–47.
3. Беляев О.Є., Кочелап В.О. Чарівні подорожі в блакитне світло // Вісник НАН України. – 2015. – № 2. – С. 37–43.
4. Barker A. S., Ilegems M. Infrared Lattice Vibrations and Free-Electron Dispersion in GaN // Phys. Rev. B7. – 1973. – P. 743–750.
5. Lemos V., Arguello C.A., Leite R.C.C. Resonant Raman scattering of TO(A1), TO(E1) and E2 optical phonons in GaN // Solid State Commun. – 1972. – 11. – P. 1351–1353.
6. Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников / Под ред. В.М. Тулькевича. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1977. – 358 с.

Дослідження структурно-механічних властивостей модульним комплексом «МИГ»

Світлана Шаповал, Нінель Форостяна

Київський національний торговельно-економічний університет

Вступ. Інструментальні методи дослідження структурно-механічних властивостей та теплофізичних характеристик, що вже стали класичними були описані ще І.В. Роговим, А.М. Шалигіною, В.С. Волькенштейн, М.М. Медведєвим. З тих часів вони не змінили ні своєї будови, ні характеру роботи. Методи мають суттєвий недолік – громіздкість установок, дослідження одної іноді двох характеристик, довготривалі дослідження в часі, в більшості випадків не враховуються особливості будови харчових продуктів і сировини.

Матеріали і методи. Розроблений модульний пристрій є універсальним вимірювальним комплексом, що забезпечить комплексність наукових досліджень. За результатами комплексного дослідження встановлюються взаємозалежності між структурно-механічними та фізико-технологічними показниками, що сьогодні є актуальною проблематикою наукових досліджень.

Результати. Нами розроблений модульний комплекс з вивчення реологічних і теплофізичних властивостей сировини і матеріалів. На рис. 1 наведена схема взаємодії перетворювачів у приладах серії МИГ.

У модулі «Реологія» БФВМП МИГ -1.4 усунено недоліки характерні пенетрометрам, результати досліджень автоматично відображаються на екрані ПК та опрацьовуються авторською комп'ютерною програмою. Має розширені можливості – одночасно з пенетрометром працює термометр і рН-метр.

Прилад МИГ -1.3 дозволяє досліджувати сировину в капсулі пристрою, а система лінійок точно і автоматично визначає глибину занурення, отримане зусилля проколювання відтворює на екрані ПК у вигляді деформаційних і температурних кривих.

Висновки. Як відмічала у своїх роботах В.С.Волькенштейн «Методи повинні бути комплексними, щоб в одному експерименті і з одного зразка можна було отримати значення всіх ТФХ сировини» (швидкісний метод). Ми осучаснили методи: двох температурно-часових інтервалів; буферний; диференціальний; інтерполяційний. Модуль дозволяє досліджувати тверді, вологі, сипучі, різнофазові харчові продукти. Графічні залежності в режимі реального часу виводяться на екран ПК, зберігаються у файлах програми Excel. Дослідження можна проводити як в стаціонарному так і змінному тепловому полі, в діапазоні температур $(-10^{\circ}\text{C} \div 280)^{\circ}\text{C}$.

Спільна робота модулів «Реологія» та «Теплота» дозволяють в комплексі досліджувати СМ та ТФХ сировини що є актуальним на сьогодні. Така співпраця модулів скорочує час досліджень, дає великий масив даних, прискорює аналіз отриманих результатів, замінює масивне обладнання на компактну установку, яка за своїми технічними даними не поступається оригіналам.

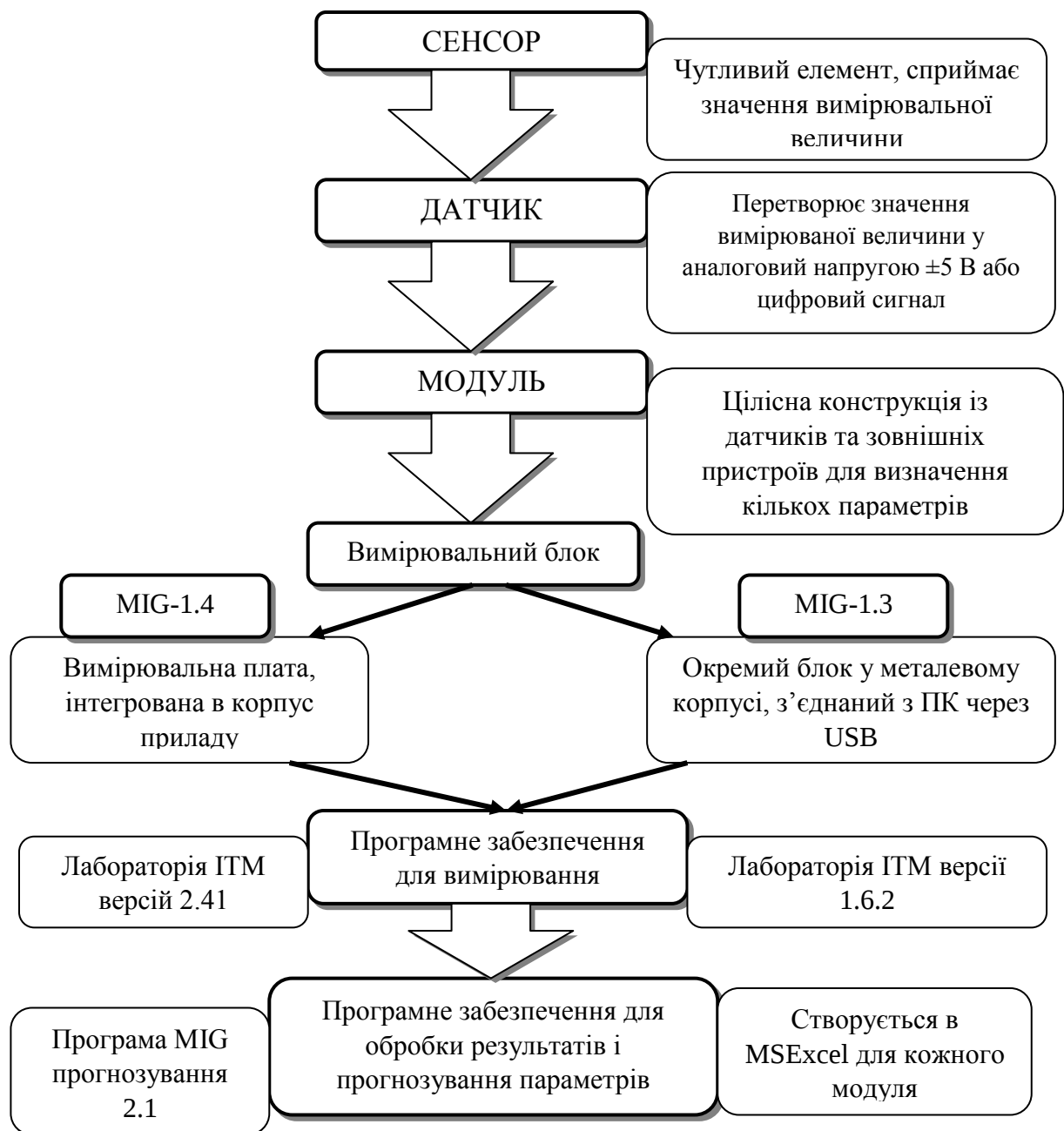


Рис. 1. Схема взаємодії перетворювачів у приладах серії MIG

Література

1. Шаповал, С. Л. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: Монографія / С. Л. Шаповал, Р. П. Романенко, Н. П. Форостяна. – К.: КНТЕУ. – 2017. – 192 с.
2. Shapoval, S. Improved method to determine structural-mechanical properties of turkey meat at axial deformation / S. Shapoval // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 1 (10(85)). – P. 63-69. – doi: 10.15587/1729-4061.2017.93453.

ПІДСЕКЦІЯ II.2

МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ

**Георгій Георгійович Де-Метц – видатний вчений, методист та
засновник кафедри фізики НУХТ**

Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Професор Де-Метц Георгій Георгійович – видатний методист-фізик, фахівець найвищого рівня у галузі радіоактивності та рентгенографії, який зробив великий внесок у розвиток української фізики, укладач першого в Україні курсу методики викладання фізики в школах, а також перший завідувач створеної у 1930 році кафедри фізики нашого університету (рис. 1).

Матеріали і методи. Де-Метц Г.Г. мав чин дійсного статського радника (з 1911 р.). Нагороджений орденами Св. Станіслава III (1891 р.), II (1900 р.) та I (1917 р.) ступенів, Св. Анни III (1900 р.) і II (1904 р.) ступенів, Св. Володимира IV (1908 р.) та III (1914 р.) ступенів.



Рис. 1. Де-Метц Георгій Георгійович

Результати. Георгій Георгійович Де-Метц народився 21 травня 1861 р. в Одесі у родині бельгійського інженера. Середню освіту отримав у Миколаївській Олександрівській гімназії, яку закінчив у 1881р. із золотою медаллю.

Восени того ж року вступив на математичне відділення фізико-математичного факультету Новоросійського (Одеського) університету, де

одразу зробив вибір на користь вивчення фізики. Дипломна робота Де-Метца «Нарис аномальної дисперсії світла в її фактах і теоріях» (1885 р.) була відзначена золотою медаллю. По завершенні навчання йому, як особливо обдарованому студентові, запропонували стипендію для підготовки до здобуття професорського звання.

Впродовж двох років молодий фізик вдосконалював знання у Страсбурзькому університеті, де проводив дослідження з різних питань фізики під керівництвом професора А. Кундта. Свого часу серед учнів А. Кундта були такі відомі фізики, як В. К. Рентген та І. П. Пуллой. До того ж, деякий час Г. Г. Де-Метц та І. П. Пуллой працювали разом, пізніше Георгій Георгійович використовував «Прилад Пуллойа» для демонстрації фізичних дослідів. Саме у Страсбурзі Г. Де-Метцу вдалося не лише опрацювати поставлені завдання, але й виконати експериментальне дослідження «Про подвійне променезаломлення в обертових шарах рідини», яке згодом стало підґрунтям для його магістерської дисертації. Зокрема, ним удосконалено методику для дослідження подвійного променезаломлення у рідинах, розроблену Д.К. Максвеллом. Науковець дослідив цей феномен у 16 рідинах. Після успішно складено усного магістерського іспиту та публічного захисту магістерської дисертації «Дослідні дослідження механічних властивостей масел і колоїдів» у 1888 р. Г. Де-Метц був затверджений Радою університету у ступені магістра фізики та приступив до читання курсів із вимірювальної фізики та вищої оптики. Зокрема, читав курси «Теорія електричного струму», «Розповсюдження світла в кристалах», «Вимірювальні прилади», а також спецкурс «Фізика часткових сил».

У 1890 р. Г.Г. Де-Метц отримав посаду приват-доцента кафедри фізики Новоросійського університету (м. Одеса). А вже у 1891 р. захистив дисертацію «Про абсолютну стисливість ртуті та скла» та отримав ступінь доктора фізики. Після цього був переведений на посаду екстраординарного професора. Тобто за досить короткий термін, лише п'ять років після закінчення університету, Георгій Георгійович вже сформувався як самостійний дослідник та отримав посаду професора.

У 1891 році Г.Г. Де-Метца запросили екстраординарним професором до Київського університету святого Володимира, а у 1896 році він був призначений на посаду ординарного професора кафедри фізики.

Починаючи з 1896 р., наукова, педагогічна та організаційна діяльність професора фізики Г.Г. Де Метца була нерозривно пов'язана з організацією, становленням та розвитком Київського політехнічного інституту. З 1898 р. він очолив кафедру фізики, у 1909–1910 рр. був деканом інженерного факультету, у 1910–1911 рр. – хімічного факультету, у 1919–1920 рр. став ректором КПІ.

На початку ХХ століття завдяки зусиллям Г. Г. Де-Метца при Київському університеті було створено музей фізичних приладів, а в КПІ – музей фізичної лабораторії. Він намагався там зібрати все те краще, що бачив у закордонних лабораторіях. На 1 січня 1903 року у каталозі експонатів фізичної лабораторії, представленої на рис. 2, було 1046 номерів. Серед них: маятник Фуко з оптичним відліком роботи, колекція калориферів роботи Женевського товариства тощо.

На жаль, колекція фізичної лабораторії при Київському політехнічному інституті до нашого часу не збереглася навіть частково.



Рис. 2. Музей фізичної лабораторії, створений Г.Г. Де-Метцем у КПІ

Історичні дані засвідчують, що Г. Г. Де-Метц в різні роки працював ще в інших навчальних установах, зокрема у Київському комерційному університеті (1908), Краснодарському політехнічному інституті (1920–1921), Кубанському державному університеті (1920–1921), Київському інституті народної освіти (1921), Київському фармакологічному технікумі (1923), Київському інституті народного господарства (1926).

З 1930 по 1947 роки Г. Де-Метц завідував кафедрою фізики нашого закладу (тоді – Київського хіміко-технологічного інституту харчової промисловості), а з 1934 р. професор Де-Метц також був завідувачем кафедри в Київському педагогічному інституті імені А.М. Горького.

Починаючи з 1929 року, професор Де-Метц видавав свої підручники українською мовою. Українською 1931 року вийшла друком і його велика праця «Радіоактивність та будова матерії».

Помер видатний вчений 9 березня 1947 р. Похований на Лук'янівському цвинтарі у Києві.

Висновки. Професор Де-Метц приділяв значну увагу дослідженням історії науки і техніки. Протягом усього життя він досліджував теплові явища та радіоактивність. У 1906-17 роках був видавцем і редактором науково-популярного журналу «Фізичний Огляд».

Георгій Де-Метц – автор численних наукових праць у царинах молекулярної фізики, радіоактивності, теплових явищ. Саме він створив перший курс викладання фізики у середній школі. Також підготував низку підручників і методичних посібників для студентів.

Ресурс «Фізика. Легко» як чинник розвитку навчально-пізнавальної діяльності школярів у процесі вивчення природничих дисциплін**Артем Антипов***Інститут модернізації освіти МОН України***Степан Величко***Центральноукраїнський державний педагогічний університет***Роман Лопаткін***Міжшкільний ресурсний центр «Нова школа»*

Вступ. Серед потужних факторів, що визначають рівень освіти упродовж останнього десятиліття, нині фахівці справедливо виокремлюють інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) з урахуванням різних можливих варіантів їх запровадження в освітньому середовищі, про що йде мова у наукових працях і публікаціях відомих вітчизняних учених і дослідників [1].

При цьому важливо підкреслити, що такий важливий і перспективний напрямок визначається як інформатизація та цифровізація і не лише системи освіти, а й усього суспільства в цілому. За цих обставин сутність поняття «інформатизація освіти» охоплює сукупність усіх можливих взаємопов'язаних процесів, які спрямовані на задоволення потреб, що споріднені із запровадженням методів і засобів ІКТ в освітньому процесі, включаючи і тих його учасників, котрі управляють цим процесом, забезпечують його та здійснюють науково-методичний супровід і розвиток.

Поняття «цифровізація» розглядається як насиченість оточуючого середовища електронно-комунікаційним обміном інформацією між цими учасниками, що фактично дає можливість проявленню інтегрованої взаємодії віртуального та реального і таким чином створює кіберфізичний простір.

Отже, освіта ХХІ століття, розвиваючись саме за такими двома напрямками, вимагає, щоб кожний учень мав можливість вільно одержати загальну середню освіту у різних можливих формах, реалізація яких обов'язково передбачає використання Інтернету та ІКТ, електронних версій підручників і посібників, мультимедійних освітніх ресурсів і т.п.

Зазначимо, що таке запровадження ІКТ в освітній процес спрямоване на всебічний розвиток особистості школяра, на формування у нього творчого мислення та ініціативності, критичного мислення і компетентності у вирішенні важливих життєвих задач і розглядається як важливий інструмент забезпечення успіху нової української школи (НУШ).

Оскільки запровадження ІКТ в освітнє середовище має здійснюватися як системний процес, то воно має охопити усі види навчальної діяльності усіх учасників освітнього процесу.

Отже, для вирішення низки проблем на сучасному етапі розвитку системи освіти в Україні поряд із вимогами інформатизації і цифровізації освітнього середовища важливо створити необхідну для цього базу, яка передбачає стійку платформу [2] і не лише для впровадження ІКТ, а й для успішного впливу на

результати освітнього процесу, а також для розвитку усіх видів діяльності вчителів, батьків та учнів, вдосконалення самостійної пізнавальної діяльності школярів, сприяння тому, аби така діяльність набувала ознак дослідницької, коли учні, виступаючи суб'єктами процесу навчання, самостійно розв'язують питання побудови власної траєкторії у ньому.

Нині планується провести пілотний експеримент з метою оцінити можливості Проекту «Фізика. Легко» для вирішення серії завдань у ході вивчення природничих дисциплін (фізики, хімії, біології) як окремих навчальних курсів, так і інтегрованого представлення їх змісту та методики навчання.

Отже, об'єктом дослідження виступатиме електронний освітній ресурс «Фізика. Легко», який представлений декількома комплектами з механіки, молекулярної фізики, електродинаміки та оптики, технічними засобами навчання, методичними рекомендаціями для виконання дослідів та віртуальні лабораторії, навчальні відеоматеріали, а предметом дослідження є пізнавальна діяльність і взаємодія вчителя й учнів, що має підвищити рівень і якість природничо-математичної освіти.

Основна мета Проекту зводиться до апробації сучасного навчального ресурсу «Фізика. Легко», який представлено сучасним навчальним обладнанням для кабінетів фізики, цифрового вимірювального комплексу, віртуальної фізичної лабораторії. Внаслідок упровадження комп'ютерно-орієнтованих засобів навчальної діяльності та ІКТ до кожного із розділів курсу фізики, пропонується комплект (демонстраційний та лабораторний варіант) достатньо повно розкриває передбачувані ідентичні дії учителя й учнів, а також специфічні (своєрідні) і властиві учителю (для ілюстрації демонстраційних дослідів) та окремо учневі у самостійній діяльності (в ході виконання лабораторних робіт, практикуму та індивідуальних дослідницьких завдань).

Матеріали і методи. Для апробації навчального ресурсу «Фізика. Легко» ми обрали ту частину, яка відноситься до розділу «Електродинаміка». Демонстраційний варіант набору призначено для виконання демонстрацій з дослідження: електричного кола постійного і змінного струму, струму у напівпровідниках, струму у вакуумі, явищ магнітної індукції та самоіндукції. Усі модулі демонстраційного набору розміщуються і фіксуються на магнітній вертикальній дошці. З метою розширення вимірювальних можливостей ресурсу використовуються додаткові датчики. Це створює новий електронний пристрій з метою точних вимірювань та детальнішого дослідження явищ.

Комплект лабораторний (рис.1) призначено для виконання учнями фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму та індивідуальних дослідницьких завдань, які дають можливість школярам брати участь в різного роду конкурсах, олімпіадах чи в змаганнях (наприклад, участь у роботі МАН).

До складу лабораторного набору входять: комплект прозорих модулів – 42 шт.; комутаційна панель – 1 шт.; комплект з'єднувальних провідників – 6 шт.; тримач гальванічних елементів – 1 шт.; блок живлення – 1 шт.; амперметр постійного струму – 1 шт.; амперметр змінного струму – 1 шт.; вольтметр

постійного струму – 1 шт.; вольтметр змінного струму – 1 шт.; міліамперметр – 1 шт.; опис лабораторних робіт – 1 шт.; ящик для зберігання – 2 шт.

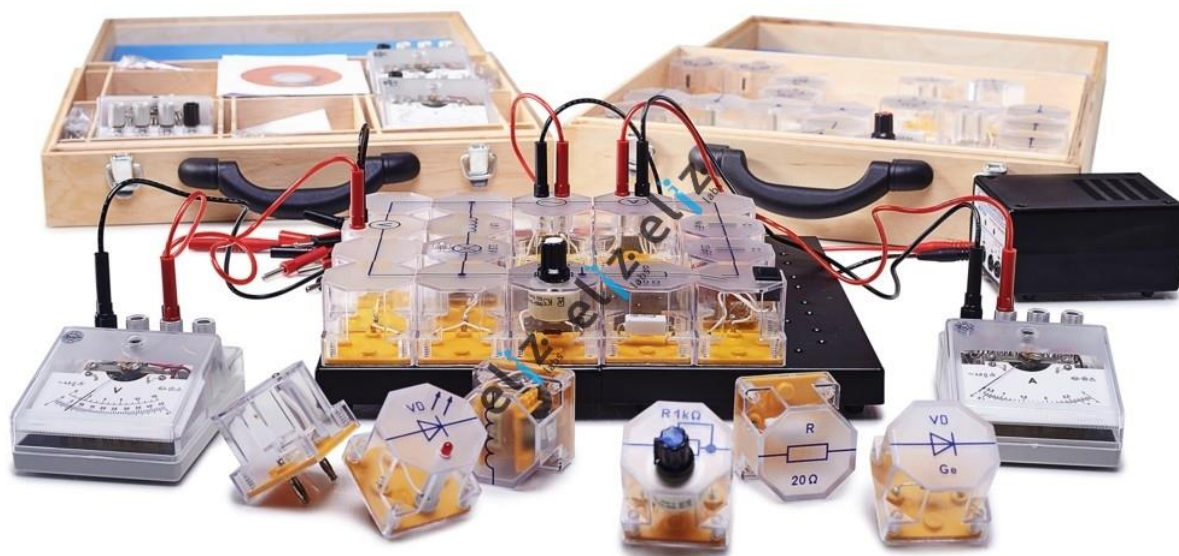


Рис. 1. Комплект лабораторний з електродинаміки

Результати. Комплекти використовуються під час виконання усього передбаченого програмою навчального експерименту як під час демонстрацій та лабораторних робіт, так і робіт фізичного практикуму та індивідуальних дослідів з метою вивчення будови і дії приладів і окремих механізмів, з метою вимірювання фізичних величин і параметрів, у ході досліджень залежностей між окремими параметрами. Крім того, комплекти дають можливість збирати і перевіряти окремі пристрої та механізми, а також перевіряти приклади практичного їх використання.

Висновки. Доповнення комплекту додатковими датчиками створює нові електронні системи вимірювання, що вдосконалює навчальний ресурс «Фізика. Легко» і дає підстави пропонувати його як універсальне навчальне середовище для вивчення природничих дисциплін та їх інтеграції.

Література

1. Биков В. Ю. Інновації в організації досліджень та розробок у галузі інформаційних технологій в освіті у світлі викликів XXI століття / Актуальні проблеми психології: Збірник наукових праць Інституту психології імені Г. С. Костюка НАПН України. – 2019. – Том VIII: Психологічна теорія і технологія навчання. – Вип. 10. – С. 55-74.

2. Антипов А. А., Величко С. П., Лопаткин Р. Ю. Электронный ресурс «Физика. Легко» как основа современной образовательной среды в изучении естественно-математических дисциплин // The 5 th International scientific and practical conference “Science, society, education: topical issues and development prospects” (April 12-14, 2020) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kharkiv, Ukraine. – 2020. – P. 376-382. <http://sci-conf.com.ua>

Проблеми та пошук можливостей підготовки висококваліфікованих фахівців у період глобалізації

Іван Горбачук, Сергій Пудченко

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Вступ. Досвід розвинутих країн сучасного світу беззаперечно доводить, що конкурентоспроможність країни в умовах глобалізації можна забезпечити лише за допомогою високоінтелектуального людського потенціалу, здатного освоювати сучасні передові технічні і технологічні розробки та створювати нові. Для цього потрібно піднімати виховний, освітній і науковий потенціал молодого покоління. На перший план в Україні виходять проблеми, що накопичились за останні роки, у підготовці фахівців у галузі природничих дисциплін: фізики, математики, хімії, біології тощо. У своїх статтях і виступах на ці проблеми наголошує професор Мартиненко М.А., завідувач кафедри вищої математики НУХТ [3]. На цьому наголошує також у своїх виступах і статтях ректор Національного технічного університету України «КПІ» М. Згуровський: «Деіндустріалізація України через зниження наукоємності освіти», «Інженерів і фізиків уже не треба?», в яких аналізує «Як Міністерство освіти і науки відкидає Україну на узбіччя прогресу» [1]. Автори називають причини проблем: розмежування системи виробництва матеріальних благ і системи освіти та науки, а також пов'язана з цим відсутність розвитку економіки і суспільства. Наслідком є стійкий процес деіндустріалізації економіки України, падіння престижності інженерної праці, незацікавленість в отриманні складних, наукомістких знань, особливо з фізико-математичного та інженерного напрямку.

Матеріали і методи. Упровадження всеосяжної системи ЗНО, без розгляду альтернативних підходів, на сьогодні руйнує середню і вищу освіту, принижує авторитет вчителя школи, ліквідовує доуніверситетську підготовку школярів. У цивілізованому світі кращі університети набирають майбутніх студентів, використовуючи власні методики [1].

Результати. Актуальними стають науково-педагогічні здобутки передових українських вчених, серед яких виділяється потужна особистість видатного науковця-дослідника у галузі теплофізики і молекулярної фізики та діяча освіти і науки України, освітянина професора Віктора Павловича Дуценка, завідувача кафедри загальної фізики (1968-1985) КДПІ. Він є випускником НПУ імені М.П. Драгоманова (на той час КДПІ), у кому продовжив навчання в аспірантурі зі спеціальності "молекулярна теплофізика" і отримав ступінь кандидата фізико-математичних наук. Його науковий та трудовий шлях тісно пов'язаний з Національним університетом харчових технологій. З вересня 1955 року по вересень 1963 рік В.П. Дуценко – доцент кафедри фізики Київського інституту харчової промисловості. Під його науковим керівництвом професор О.Ф. Буляндра захищає кандидатську, а згодом докторську дисертацію.

Наукова-дослідницька діяльність Віктора Павловича почалась з вступу до першої Кременчуцької фабрично-заводської семирічки (ФЗС) у 1928 році, де прищеплювали учням навик до суспільної праці в колективі, усвідомлення важливості наукової бази виробничих процесів. У 1953 році в КДПІ В.П. Дущенко захищає кандидатську дисертацію на тему "Дослідження фізичного змісту критичних точок кривих швидкості сушіння колоїдних капілярно- пористих речовин", науковим керівником був відомий теплофізик професор М.Ф. Казанський, тоді викладач КДПІ. У 1977 році захищає докторську дисертацію "Кинетика и динамика внутреннего тепло- и массопереноса в твердых дисперсных системах" за спеціальністю "теплофізика". Наукова і педагогічна спадщина професора В.П. Дущенко цінна як з токи зору пізнання набутого досвіду науковця–професіонала у галузі теорії теплофізики та практики проведення експериментальних досліджень явищ тепло-, масо- і електропереносу в різноманітних дисперсних середовищах, зокрема і в полімерних системах, так і з точки зору оволодіння досвідом мудрого вихователя, вчителя і новатора у галузі психології та педагогіки. Ще у 1952 році в Станіславській обласній газеті «Прикарпатська правда» виходять статті «Важлива умова вільного вибору професії: про політехнічне навчання в школах», «Політехнізації навчання – широкий розмах», у яких він підкреслює, для випускників шкіл, зв'язок теоретичних знань з практикою, що досягається через виконання лабораторних і практичних робіт, використання саморобних приладів, створення гуртків [2].

Висновки. Успадковуючи досвід професора В.П. Дущенко кафедра методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, фізико-математичного факультету, НПУ на 2019-2020 навчальний рік, розробила курс занять з фізики та астрономії в «Лабораторії інтелектуально розвитку» з учнями 5-6 класів міста Києва і області (понад 70 дітей), заняття проводять студенти наукового гуртка кафедри «Цікава наука», по суботах в лекційних аудиторіях і науково-дослідницьких лабораторіях НПУ. Одним із напрямків роботи наукового гуртка «Цікава наука» є популяризація науки. Студенти гуртка періодично готують і проводять науково-популярні заходи для школярів та дорослих в НПУ, у школах, а також долучаються до різних наукових заходів, що проводяться у м. Києві.

Література

1. Згуровський М.З. Деіндустріалізація України через зниження наукоємності освіти. – <https://kpi.ua/1523-2>
2. Віктор Павлович Дущенко: біобібліографічний покажчик / наук. ред.: І. Т. Горбачук, упоряд.: С. А. Пудченко, бібліогр. ред. Н. І. Тарасова; відповідальна за випуск: Л. В. Савенкова. – К.: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. – 178 с.; іл., портр. – (Серія: Вчені НПУ імені М. П. Драгоманова).
3. Мартиненко М.А., Мартиненко В.П., Ткачук А.М. Роль фундаментальних наук в сучасній інженерній освіті України // Збірник науково-методичних робіт. – Вип. 7. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С. 218-222.

Міждисциплінарні зв'язки фізики та хімії при розв'язуванні задач підвищеної складності**Альона Дяденчук***Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного***Наталя Пшенична***Бердянський державний педагогічний університет*

Вступ. Використання міжпредметних зв'язків під час розв'язування задач підвищеної складності сприяє подальшому формуванню у студентів природничо-наукової картини світу. Для успішного виконання даного виду завдань необхідні не лише знання загального курсу фізики, але й поглиблене вивчення матеріалу на інших дисциплінах. Ефективним методом зацікавлення студентів є впровадження в навчальний процес проблемного навчання.

Матеріали і методи. Розроблений методичний підхід до реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики і хімії при розв'язуванні задач підвищеного рівня.

Результати. Розглянемо більш детально даний підхід на прикладі задачі з фізики.

Задача. Катод та анод, відстань між якими становить 1 мм, поміщають у розплав хлориду невідомого металу, після чого через систему пропускають постійний струм силою 7,7 А при напрузі $V=220$ В, при цьому протягом 30 хв на катоді виділяється 1,3 г металу. Визначте склад солі, яку піддали електролізу, а також прискорення і час, які необхідні електрону для подолання шляху від катода до анода.

На початковому етапі студентам стає зрозуміло, що для розв'язання представленої задачі їм необхідні знання з фізики, а саме з тем: «Електричний струм в різних середовищах», «Закон збереження енергії», «Рівноприскорений рух». Окрім цього, учасники процесу одразу відмічають зв'язок із хімією: для розв'язання задач цього типу необхідне знання законів електролізу, законів Фарадея тощо. В процесі дискусії студенти приходять до висновку, що лише поєднання знань із даних дисциплін дозволить знайти правильний розв'язок поставленої задачі.

Висновки. Здатність розв'язувати задачі підвищеної складності вимагає володіння знаннями з фізики, хімії, математики тощо. Розв'язування таких задач спонукає студентів до самостійного встановлення міжпредметних зв'язків між природничо-науковими дисциплінами та сприяє перенесенню знань із однієї галузі науки в іншу. Завдяки запропонованому комплексному підходу студент не лише набуває знання, вміння та навички, а й вчиться трансформувати отримані знання у свою майбутню професійну діяльність.

Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія у закладах вищої освіти

Наталія Куриленко

Херсонський державний університет

Вступ. Поширення коронавірусної інфекції в світі та Україні зокрема, змусило до переходу усіх закладів освіти на дистанційну форму навчання. Під дистанційним навчанням розуміється така форма навчання за якої інтерактивна взаємодія усіх учасників освітнього процесу відбувається за рахунок використання комп'ютерних і телекомунікаційних технологій [1]. Такий вид навчання передбачає не лише постійну самоосвіту, а й постійний контакт із викладачами та іншими студентами [2].

Матеріали і методи. Проблема розвитку дистанційної освіти була предметом дослідження багатьох науковців (О. Андрєєв, Г. Козлакова, І. Козубовська, В. Олійник та ін.). Однак, незважаючи на значну кількість наукових досліджень, сучасна дистанційна освіта в Україні нагадує традиційні форми заочного навчання.

Результати. Основною особливістю дистанційного навчання є його відкритість. За такого типу навчання широко використовуються комп'ютерні навчальні програми різного призначення, що створюють інформаційне освітнє середовище для постачання навчального матеріалу та спілкування [3, с.7].

Розглядаючи теоретичні основи впровадження дистанційного навчання К. Рум'янцева наголошує на тому, що «...дистанційне навчання, порівняно з традиційним, вимагає більшої гнучкості, детальнішої розробки змісту, ретельнішого планування, підтримки слухачів» [3, с. 40].

Звичайно, як і в кожній формі отримання знань, у дистанційній є свої переваги та недоліки (табл. І). Проте, як видно з табл. І, незважаючи на свої переваги, дистанційна освіта потребує корегування та удосконалення.

Одним із видів дистанційного навчання є дистанційний курс. Отримання навчальних матеріалів, спілкування між суб'єктами дистанційного навчання відбувається шляхом передачі відео-, аудіо-, графічної та текстової інформації у синхронному або асинхронному режимі [4]. Дистанційний курс може бути організований засобами різних додатків та платформ серед яких найбільш популярними є classroom.google, drive.google (гул-диск), Moodle тощо. При цьому такий курс може містити:

- методичні рекомендації щодо його використання, послідовності виконання завдань, особливостей контролю тощо;
- документи планування навчального процесу (навчальні програми, навчально-тематичні плани, розклади занять);
- відео- та аудіозаписи лекцій, семінарів тощо;
- мультимедійні лекційні матеріали;
- термінологічні словники;

- практичні завдання із методичними рекомендаціями щодо їх виконання;
- віртуальні лабораторні роботи із методичними рекомендаціями щодо їх виконання;
- віртуальні тренажери із методичними рекомендаціями щодо їх використання;
- пакети тестових завдань для проведення контрольних заходів, тестування із автоматизованою перевіркою результатів, тестування із перевіркою викладачем;
- ділові ігри із методичними рекомендаціями щодо їх використання;
- електронні бібліотеки чи посилання на них;
- бібліографії;
- інші ресурси навчального призначення [4].

Таблиця І. Переваги та недоліки дистанційної освіти

Переваги дистанційної освіти	Недоліки дистанційної освіти
✓ гнучкість – можливість викладення матеріалу курсу з урахуванням підготовки, здібностей студентів; ✓ актуальність – можливість упровадження новітніх педагогічних, психологічних, методичних розробок; ✓ зручність – можливість навчання у зручний час, у певному місці; ✓ модульність – розбиття матеріалу на окремі функціонально завершені теми, які вивчаються у міру засвоєння і відповідають здібностям окремого студента або групи загалом; ✓ економічна ефективність – метод навчання дешевший, ніж традиційні, завдяки ефективному використанню навчальних приміщень; ✓ інтерактивність – активне спілкування між студентами групи і викладачем; ✓ відсутність географічних кордонів для здобуття освіти [4].	✓ необхідність постійного і безпосереднього контакту зі здобувачем; ✓ неможливість точно перевірити ступінь самостійності виконання завдань здобувачем; ✓ обов’язковий доступ до мережі Інтернет (не у всіх населених пунктах він є). ✓ неможливість проводити натурні дослідження та експерименти; ✓ можливість навчатися у зручний час може спонукати до несвоєчасного виконання завдань; ✓ необхідність тривалий час перебувати за комп’ютером, що викликає значне навантаження на зір [3, с.12].

Створення власних дистанційних курсів потребує від викладача навичок та умінь:

- визначати мету і завдання дистанційного курсу;
- визначати початковий рівень знань слухачів;
- поділити навчальну інформацію на окремі блоки;
- логічно структурувати матеріал курсу;
- складати тести та завдання для перевірки рівня засвоєння матеріалу курсу;
- підтримувати мотивацію та зацікавленість слухачів у роботі з даним курсом [3, с. 40].

Висновки. Зважаючи на вищевикладене, можемо стверджувати, що дистанційне навчання є досить новою формою організації освітнього процесу в Україні. Проте, подальше використання корисного досвіду запровадження таких форм спонукатиме до збільшення кількості масових відкритих дистанційних курсів та комбінування елементів дистанційного навчання з класичною формою освіти.

Література

1. Вища освіта. Дистанційна освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://vnz.org.ua/dystantsijna-osvita/pro>
2. Що таке дистанційна освіта: як вона працює? [електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.vsemisto.info/osvita/2355-sho-take-vysha-osvita-jak-vona-prazhuje>
3. Андрусенко Н. Дистанційне навчання в Україні. Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія [Електронний ресурс] : матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л.Б. Ліщинська. – Вінниця: ВТЕІ КНТЕУ, 2017. – Режим доступу: http://www.vtei.com.ua/images/VN/31_03.pdf
4. Положення про дистанційне навчання [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://ru.osvita.ua/legislation/Dist_osv/2999

УДК 378.016

Формування конкурентоздатності майбутніх технологів при вивченні дисципліни «Фізика для харчових технологій»

Світлана Літвинчук, Володимир Носенко, Галина Шатковська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасна Україна, динамічно розвиваючись, потребує становлення нової системи освіти, яка, задовольняючи конкурентний ринок праці, могла б забезпечити конкурентоздатність майбутніх фахівців вже на початковому етапі їх професійної діяльності. Саме конкурентоздатність стає запорукою професійної та особистісної самореалізації. Тому одним із завдань сучасних закладів вищої освіти є підготовка конкурентоздатних фахівців.

Аналіз психолого-педагогічної літератури та практики фахової підготовки спеціалістів засвідчив, що у сучасній системі вищої освіти існують певні

суперечності між:

- потребою суспільства в конкурентоздатних особистостях і недостатньою спрямованістю освіти на їх формування;
- підвищенням вимог до фахової підготовки майбутніх спеціалістів та відсутністю у закладах вищої освіти ефективної системи формування конкурентоздатних майбутніх фахівців;
- вимогами до ефективного формування конкурентоздатності майбутніх технологів у процесі фахової підготовки і відсутністю для цього науково обґрунтованих педагогічних умов.

Конкуренція у сучасному суспільстві є глобальним явищем у житті людини XXI сторіччя та виявляється повсякденно в усіх сферах її життєдіяльності. Конкуренція також стає невід'ємною частиною взаємовідносин між організаціями та підприємствами різних типів і форм власності за «лояльність клієнтів», кваліфікований персонал, імідж закладу, діапазон та рівень якості надання послуг, залучення інвестицій, встановлення та розширення партнерських зв'язків тощо. Наприклад, успішність діяльності закладів освіти в умовах конкуренції на ринку праці та послуг значною мірою забезпечується високою конкурентноздатністю їх управлінського персоналу. До того ж, одним із головних завдань сучасної освіти є формування висококваліфікованого, компетентного, конкурентноздатного фахівця, без якого неможливо здійснювати модернізацію освіти та сучасних технологій. Тому дослідження питання конкурентноздатності майбутніх технологів є актуальним питанням.

Сучасний етап соціально-економічного розвитку українського суспільства характеризується зростанням конкуренції. Це пов'язано насамперед з високими темпами розвитку нових технологій, постійним удосконаленням існуючих, щоб наші випускники мали змогу конкурувати не лише на внутрішньому ринку, а й, враховуючи сучасні тенденції все більш інтенсивної інтеграції України до світової спільноти, мати змогу експортувати високоякісні харчові продукти.

Матеріали і методи. Майбутні технологи повинні мати не лише спеціальні знання з технологій, а й фундаментальну фізичну підготовку. Засвоєння спеціальної інформації та вузькопрофесійних навичок – необхідна передумова успішного розв'язання практичних задач. Проте сучасне виробництво в умовах конкуренції вимагає значно більшого – принципово нових підходів в техніці та різних технологіях. Це можуть зробити лише фахівці, які здатні інтегрувати ідеї з різних галузей науки і техніки, комплексно сприймаючи інноваційний процес. Тому найважливішою задачею є перехід до якісної індивідуальної підготовки фахівців, що обізнані з проблемами своєї вузькопрофесійної діяльності і при цьому добре розуміють глибокі фундаментальні основи, однією з яких є фізика для харчових технологій.

Результати. Конкуренція є предметом вивчення різних галузей науки, та у нашому випадку доцільно розглядати її як своєрідне явище, що вимагає сформувати у майбутніх фахівців готовність до повноцінної продуктивної діяльності. Адже випускник закладу вищої освіти неминуче потрапляє в умови конкуренції, а значить має бути підготовленим до конкурентної боротьби й

успішно її витримувати, тобто проявляти конкурентоздатність на ринку праці.

Конкурентоспроможність характеризується певним конкурентним потенціалом, який дає можливість формувати й утримувати конкурентні переваги на основі наявних ресурсів та здатностей. Реалізація конкурентного потенціалу визначається тим, наскільки вдало, з огляду на конкретну мету, використовуються наявні ресурси, створюючи здатності та конкурентні переваги. Максимальний рівень конкурентоспроможності означає не «краще, ніж у конкурентів», а «найкраще, на що здатні».

Отже, створення конкурентного освітнього середовища фахової підготовки майбутніх технологів передбачає занурення студентів в умови суперництва, змагання для досягнення кращого результату в діяльності. Конкурентне середовище слід розглядати як комфортну сферу життєдіяльності особистості, що забезпечує прояв індивідуальності й розвиток конкурентної активності майбутніх технологів та сприяє формуванню їх конкурентоздатності.

Конкурентоздатність майбутніх технологів можна трактувати як багаторівневе особистісне утворення, що базується на професійно-особистісних, індивідуально-особистісних, духовно-моральних ресурсах майбутніх спеціалістів та забезпечує їм високу рейтингову позицію у конкурентному середовищі.

Конкурентоздатність визначається ступенем відповідності особистісних якостей і професійних знань, умінь, навичок майбутніх технологів об'єктивним вимогам професійної діяльності й соціо-економічним умовам.

Формування конкурентоздатності майбутніх технологів у процесі фахової підготовки – це цілеспрямований, чітко організований процес набуття ними стійких якостей, характеристик особистості, що сприятимуть успішній професійній діяльності на конкурентному ринку праці.

Спеціальність інженера-технолога – складна і відповідальна сфера професійної діяльності, пов'язана з забезпеченням щоденного харчування людей, особливо якісного та корисного з врахуванням всіх особливостей потреб людини, у тому числі збалансованого й для певних категорій людей навіть спеціального харчування.

У процесі роботи майбутній фахівець забезпечуватиме технологічний процес виробництва, який варто виконувати з врахуванням сучасних наукових світових та вітчизняних досягнень. Але при цьому спеціаліст повинен розуміти сутність проходження процесу (фізичної обробки сировини, напівфабрикатів або готової продукції, аналізу й оцінки якості за допомогою фізичних методів, у тому числі експрес-методів без використання хімічних реактивів тощо).

Отже, для того, щоб майбутній фахівець-технолог став після отримання диплому конкурентоздатним працівником, йому необхідно:

- 1) приділяти належну увагу навчальному процесу, сумлінно й відповідально ставитися до занять;
- 2) засвоїти фізичні основи майбутньої професії;
- 3) бажано брати участь у науковій роботі кафедри фізики НУХТ, результати якої зможе застосовувати у майбутньому на виробництві.

Висновки. На основі аналізу ключових понять досліджень, виявлення

особливостей вивчення фізики майбутніми технологіями з метою їх конкурентоздатності було розроблено шляхи формування конкурентоздатності майбутніх технологів у процесі фахової підготовки. Вивчення та якісне знання дисципліни «Фізика для харчових технологій» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» дасть змогу здобувачеві вищої освіти не лише розуміти сутність фізичних явищ та методів, а й уміло їх використовувати на харчових виробництвах, при цьому бути на сучасному технологічному рівні й мати можливість конкурувати не лише з вітчизняними, а й зі світовими виробниками з харчових технологій.

Література

1. Алексеева О. І. Психологічне забезпечення розвитку конкурентоздатності управлінського персоналу освітніх організацій державної форми власності : дис. ... канд. псих. наук : 19.00.10 – організаційна психологія; економічна психологія / О.І. Алексеева. Київ, 2016. – 212 с.
2. Митина Л. М. Психология развития конкурентоспособной личности. М.: Москов. психолого-социальный институт, Воронеж: НПО «МОДЭК», 2002. – 400 с.
3. Абабілова Н. М. Конкурентоздатність – необхідна умова розвитку особистості. Науковий вісник Південноукраїнського державного педагогічного університету ім. К. Д. Ушинського: зб. наук. праць. Спецвипуск «Сучасні тенденції педагогічної науки України та Ізраїлю: шлях до інтеграції». 2010. – С. 9-13.
4. Александрова О. С. Конкуренція як універсальний принцип соціального розвитку: соціально-філософський аналіз: автореф. дис. ... канд. філ. наук: 09.00.03/ Сімферополь, 2004. – 19 с.
5. Емельянова Л. А. Психология конкуренции и конкурентоспособности: монография. М.: Изд-во МГОУ, 2008. 441 с.
6. Шолох О. А. Ціннісне ставлення особистості до майбутньої професії як психолого-педагогічна проблема // Вісник, серія : педагогічні науки, № 142, 2017. – С. 225-230.

УДК 537

Проблеми гравітаційного притягування тіл

Діана Подгорнова, Євген Тищенко, Богдан Сусь

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут

Вступ. Проблема гравітації – велика фізична і світоглядна проблема. Між небесними тілами існує взаємне притягування. Ньютон встановив закон притягування, але ми не знаємо, чому тіла саме притягуються, а не відштовхуються? А. Ейнштейн висловив ідею існування гравітаційних хвиль: *"Матерія флукутує, генеруючи гравітаційні хвилі, які поширюються зі швидкістю світла"* [1]. Однак нема відповіді на питання: що коливається при поширенні цих хвиль? Простір? Який механізм коливань? Виявити носіїв гравітаційної взаємодії поки ще не вдалося. Тому існує проблема пояснення

взаємного притягування двох тіл.

Матеріали і методи. Відомі два реальні типи взаємодії між тілами – через середовище і внаслідок обміну частинками. Однак обидві ці взаємодії приводять лише до відштовхування. Уявімо, що на воді (середовище) знаходяться поряд два човни. Якщо збурювати воду між човнами, вони будуть розходитись. Це взаємодія через воду як середовище. Може бути також взаємодія тіл через обмін частинками. Очевидно, що коли з одного човна на інший кидати якісь тіла, то це призведе до розходження човнів, бо діє закон збереження кількості руху. При вдарянні човен отримує поштовх, що й спричиняє розходження. А як взаємодіють на великій відстані Земля і Сонце? Через середовище чи через обмін частинками? Логічно, що саме обмін частинками є причиною гравітаційного притягування тіл. Послідовник Дірака і Ньютона Стівен Хокінг так оцінив притягування між тілами: *«Гравітаційна взаємодія між Сонцем і Землею пояснюється тим, що частинки, з яких складаються Земля і Сонце, обмінюються гравітонами... Реальні гравітони поширюються у вигляді хвиль, які в класичній фізиці називаються гравітаційними...»* [2].

Гравітони поки-що гіпотетичні частинки і вони не виявлені експериментально. Не зрозуміло також як вони *«поширюються у вигляді хвиль»*. Тому притягування тіл розглянемо як обмін гравітонами. Проведемо експеримент – кинемо тіло вгору зі швидкістю $\vec{v}$ (рис. 1).

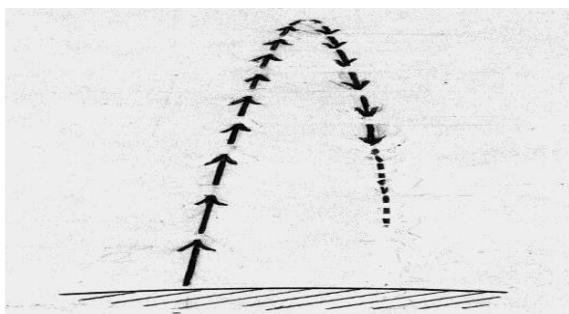


Рис. 1. Траєкторія руху тіла, що кинуто вгору

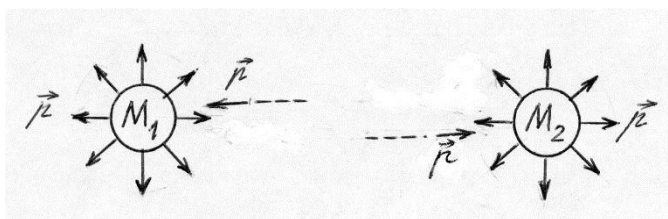


Рис. 2. Два тіла, розташованих поряд

Кожен з досвіду знає, що швидкість буде зменшуватися, врешті тіло зупиниться, а далі почне рухатися вниз. Чому тіло зупиняється? Адже воно має кількість руху mv і існує закон збереження кількості руху! Чому внаслідок сили тяжіння виникає імпульс у зворотню сторону і тіло зупиняється? Що реально «тягне» тіло у зворотню сторону?

Тіло, яке рухається вгору, має кількість руху, а зупиняється тому, що воно з чимось взаємодіє і передає свою кількість руху. Можна абстрактно допустити, що існує якийсь «матеріальний простір» («ефір»), з яким взаємодіє тіло. Наприклад, якщо з гвинтівки зроблено постріл в дерев'яний брусок, то куля проникає на деяку глибину і зупиняється. При цьому куля передає свою кількість руху дереву, його частинкам. Так що загалом кількість руху зберігається. А при пострілі вгору куля також зупиняється (як і куля

зупиняється в дереві). Можна думати, що вона передає свою кількість руху якомусь невидимому «ефіру». Але ж куля не тільки зупиняється – вона рухається назад, тобто падає! Чому? Що її тягне назад?

Таким чином, гіпотеза про існування «ефіру» чи якогось іншого середовища, якому куля передає свою кількість руху і зупиняється, не має обґрунтування. Значить, щось іде від Землі. Логічно допустити, що кинуте вгору тіло ззаду, зі сторони Землі, неперервно «обстрілюється» частинками – гравітонами. Але це частинки особливі, бо при взаємодії з тілом не штовхають його далі вгору, передаючи свою кількість руху, а навпаки – «тягнуть» тіло назад. У результаті тіло зупиняється. Більше того – воно потім ще з прискоренням рухається вниз (рис. 1). Виходячи з таких міркувань, можемо пояснити, чому відбувається притягання між космічними тілами. Кожне тіло вилучає гравітони в усі сторони. Однак, якщо розглядати два тіла поряд, то вони не тільки випромінюють, але й поглинають гравітони з боку сусіднього тіла (рис. 2). Тому із внутрішніх сторін тіл відбувається відновлення стану: гравітон випромінюється і гравітон поглинається. Виходить, що із зовнішніх сторін гравітони тілами тільки вилучаються, тоді як із внутрішніх сторін можлива компенсація «імпульсів» $\vec{p}$.

В результаті імпульси від гравітонів, які випромінюються на зовнішні сторони, створюють ефект притягування тіл. Можна вважати, що гравітони – частинки особливі, які перебувають у коливальному стані, обумовленому взаємним переходом матерії з виду «речовина», вираженням якої є маса, у вид «поле», яке пов'язане з енергією. Подібно до фотонів, вони перебувають у внутрішньому коливальному стані типу *енергія-маса-енергія-маса-...* і, рухаючись у просторі, утворюють «гравітаційні хвилі» [3].

Література

1. Меллер Х. Теория относительности / Х. Меллер. – М.: Наука, 1966. – 462 с.
2. Хокінг С. Краткая история времени: от большого взрыва до черных дыр / С. Хокінг. Пер. с англ. Н. Я. Смородинской. – СПб.: «Амфора», 268 с.
3. Сусь Б.А., Сусь Б.Б. Незвичне бачення традиційних проблемних питань фізики. Науково-метод. видання. – К.: ВЦ "Просвіта", 2010. – 132 с.

Роль всесвітніх науково-дослідницьких центрів у процесі підготовки вчителів до реалізації основних положень стандарту загальної середньої освіти

Михайло Растьогін

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради

Вступ. На сучасному етапі все очевиднішим стає те, що традиційна школа, орієнтована на передавання знань, умінь і навичок, не встигає за темпами їх нарощування. А значна частина знань, які освоюють діти, була здобута людством 200—400 років тому. З розвитком цивілізації постійно оновлюються вимоги до якості освіти, одним із найважливіших засобів забезпечення якої є інноваційність освітнього пошуку. У цьому сенсі набуває особливого значення оволодіння школярами знаннями про сучасні наукові відкриття, сучасні технології, особливості фундаментальних наукових досліджень.

Матеріали і методи. Основні положення Державного стандарту фізичної освіти, навчальних програм із базових дисциплін (особливо для профільної школи) та інших документів про освіту спрямовані у тому числі на:

формування уявлень учнів про фізичну картину світу, усвідомлення учнями фундаментальних ідей і принципів природничих наук;

формування в учнів умінь пояснювати суть основних концепцій, теорій, що визначають сучасну природничо-наукову картину світу;

формування в учнів знань про основоположні гіпотези, основні фізичні моделі і принципи сучасної фізики тощо.

Результати. На практиці реалізація багатьох положень освітніх документів, пов'язаних із фундаментальними науковими питаннями уявляється майже неможливою через:

обмежену кількість паперових носіїв інформації (книг, журналів, газет тощо), у яких висвітлюються досягнення сучасної науки;

надвелику кількість в Інтернеті антинаукової інформації, яка інколи розповсюджується якби від імені відомих наукових установ;

відсутність у шкільних вчителів інформації про офіційні веб-сторінки всесвітньо відомих наукових організацій.

У даному контексті інноваціями у системі освіти можуть виступати:

широке використання в освітньому процесі ресурсів Інтернет;

усунення перешкод у спілкуванні між учителем та учнем за допомогою засобів зв'язку.

Необхідно активніше вводити у шкільний курс розкриття сучасних питань, якими займається наука. Самостійне опанування такими знаннями для вчителя (а тим більше і для учня) представляє певні труднощі через недостатню інформованість та відсутність доступу до оригінальної сучасної інформації. Останнім часом все частіше можна зустріти проведення так званих «наукових шкіл» для учнів та вчителів. Зазначені наукові школи в Україні проводяться як

для учнів, так і для вчителів при всебічній підтримці Малої академії наук України та провідних ЗВО країни [1].

На пострадянському просторі (у тому числі і в Україні) подібні школи організовуються у тому числі за підтримки Об'єднаного інституту ядерних досліджень (м.Дубна, Росія) та наукового центру «Іннопрактика» (Московський державний університет, Росія) [2] та інших організацій. Такі наукові школи можуть бути самостійними (із залученням власних співробітників) так і у співробітництві із всесвітньо відомими науковими колабораціями (наприклад Європейський центр ядерних досліджень - ЦЕРН). Розглянемо детально на прикладі фізики взаємодію ЦЕРНу та Малої академії наук України з учителями.

ЦЕРН проводить потужну освітню діяльність, організовує національні програми для вчителів фізики, викладачів вишів, школярів з 60-х років минулого століття. Щороку в науково-освітніх заходах CERN задіяно понад 900 викладачів з різних країн світу. В 2011 році Мала академія наук України та Європейський центр ядерних досліджень підписали декларацію про співпрацю, відповідно до якої українські вчителі фізики, математики та інформатики та учні 9 – 11 класів отримали можливість брати участь у потужній освітній діяльності, національних програмах у галузі фізики високих енергій і фізики елементарних частинок. Відповідно до підписаної декларації було проведено більше п'яти наукових шкіл для вчителів та викладачів (біля 100 учасників) [1].

Зазвичай, програма школи передбачає відвідування основних наукових об'єктів CERN, Великого адронного колайдера (LHC), детекторів ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS), CMS (Compact Muon Solenoid), LHCb (The Large Hadron Collider beauty experiment) і ALICE (A Large Ion Collider Experiment), SM-18, де тестують надпровідні магніти, встановлені на LHC. Окрім екскурсій проводяться наукові лекції. Це дозволяє сформувати учасникам програми цілісну картину про сучасні наукові погляди на будову речовини та Всесвіту.

Висновки. Таким чином, невід'ємним компонентом інновацій в освіті є розкриття сучасних експериментів у науці. Цей процес ефективно проводиться за умови співробітництва провідних наукових центрів та вчителів, які по суті розповсюджують нові технології, сприяють популяризації сучасної науки.

Література

1. Міжнародні заходи. [Електронний ресурс] Офіційний сайт Малої академії наук України. Режим доступу – <http://man.gov.ua/ua/activities/other-macsu-competitions>

2. Научный центр Иннопрактика. [Електронний ресурс] Возможности для педагогов и руководителей общеобразовательных учреждений. Режим доступу – <http://innopraktika.ru/staff/teachers/>

Генетичний алгоритм у фізичних та інженерних задачах**Андрій Рябко, Володимир Толмачов***Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка*

Вступ. Генетичний алгоритм найчастіше використовують у фізиці при великій кількості експериментів, він дозволяє відповісти на питання чи існує прихована залежність між показниками чи ні. Генетичний алгоритм даємо нам найбільш точну функціональну залежність між показниками при обмеженій кількості за часом. Наприклад, фізики відкрили квантову заплутану пару що випускається рубіном завдяки генетичному алгоритму. Із застосуванням генетичних алгоритмів астрономами обчислена стала Хаббла, маса Сатурна, відстань до Малої Магелланової Хмари, маса центральної частини Чумацького Шляху [1].

Діяльність інженера-проектувальника також часто пов'язана з проблемою вибору потрібного технічного рішення в умовах величезної кількості альтернатив [3]. Наприклад, при розробці нових реактивних двигунів виникає завдання конструювання газової турбіни. Турбіна має більше 100 параметрів, на які накладено кілька десятків умов, так що існує близько 10^{380} різних варіантів рішення [2]. У зв'язку з означенням ознайомлення студентів фізико-математичних і технічних спеціальностей із сучасними технологіями еволюційного програмування набуває особливого значення.

Матеріали і методи. Ідея генетичних алгоритмів запозичена у живої природи і полягає в організації еволюційного процесу, кінцевою метою якого є отримання оптимального розв'язку складної комбінаторної задачі. Генетичні алгоритми зазвичай використовуються для пошуку високоякісних рішень оптимізації, і спираються на оператори мутації, кросоверу і відбору.

Генетичний алгоритм – це математична модель еволюції популяції штучних особин. Формалізація постановки задачі, на вирішення якої спрямовано алгоритм, наступна. Припустимо нам потрібно оптимізувати деяку функцію $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Нехай ми шукаємо її глобальний максимум. Тоді, для реалізації генетичного алгоритму нам потрібно передбачити, як ми будемо зберігати рішення. Найзручніше помістити всі значення X_1-X_n у певний вектор, який буде грати роль «хромосоми». Формально хромосома – це сукупність символів $S_k = (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kN})$, де N – довжина вектора. Хромосома визначає пристосованість особини $f_k = f(S_k)$; $k = 1, 2, \dots, n$, n – чисельність популяції. Мета полягає у максимізації функції пристосованості $f(S_k)$, тобто у знаходженні особини з максимальною пристосованістю. Важливо відзначити, що генетичний алгоритм шукає розв'язки, якомога ближчі до оптимуму, але не гарантує знаходження точного максимуму функції пристосованості. Еволюція популяції моделюється послідовністю поколінь $\{S_k(t)\}$, $t = 0, 1, 2, \dots$. У кожен наступний момент часу його склад змінюється з метою збільшення придатності особин. Це і є процесом еволюції популяції. Для кожного наступного покоління

відбираються особини з відносно великими значеннями пристосованості. Хромосоми пристосованих особин «схрещуються» і піддаються невеликим «мутаціям». Відбір, схрещування, мутація – все це генетичні оператори.

Результати. Вивчення роботи генетичного алгоритму доцільно здійснювати у декілька етапів. В нашій роботі ми використовуємо Matlab. У даному застосунку наявні інструменти для наочного представлення роботи генетичного алгоритму – пакет Genetic Algorithm Tool, схеми моделювання Simulink MatLab. На другому етапі вивчення генетичних алгоритмів ми застосовуємо програмування. Наша програма написана на Matlab і містить основні компоненти генетичного алгоритму, включаючи відбір, кросовер, мутацію, елітарність. Для кожного методу написана окрема функція (crossover.m, mutation.m, selection.m, elitism.m) і генетичний алгоритм теж збережений у вигляді функції (GeneticAlgorithm.m).

Завдання ми формалізуємо таким чином, щоб його розв'язок був закодований у вигляді вектора («генотипу») генів, де кожен ген може бути бітом. Функція пристосованості (fitness function), яка підлягає оптимізації в результаті роботи генетичного алгоритму, міститься в окремому m-файлі. Функція має бути «гладкою» (неперервною і диференційованою). З отриманого масиву розв'язків вибираються найкращі розв'язки («хромосоми»). Генетичні оператори мутації і схрещування зупиняються при вичерпанні числа поколінь, відпущених на еволюцію (100 поколінь). Компонент генетичного алгоритму елітарність – це додатковий параметр селекції. Ця функція звільняє від конкурентного відбору кілька найбільш пристосованих «хромосом», безпосередньо переносячи їх в популяцію наступного покоління.

Висновки. Генетичний алгоритм – це потужний метод глобальної оптимізації, який в останні роки активно використовується в науковій та інженерній практиці. Розроблену програму можна використовувати для оптимізації функцій пристосованості у фізичних і технічних задачах.

Література

1. Williams, K. R. Applications of Genetic Algorithms to a Variety of Problems in Physics and Astronomy. *Master's Thesis, University of Tennessee*, 2005. URL: https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/2535.
2. Бураков М. Генетический алгоритм: теория и практика. СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.
3. Неймарк Е. Решение задачи загрузки уникального оборудования при помощи популяционно-генетического алгоритма. *ИБД*. 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-zagruzki-unikalnogo-oborudovaniya-pri-pomoschi-populyatsionno-geneticheskogo-algoritma> (дата звернення: 16.05.2020).

Дистанційне навчання фізики: проблеми наступності і генетичної спорідненості з класичною дидактикою

Віталій Савченко

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка

Вступ. Серед чисельної групи природничих наук фізика займає одне з провідних місць. Сформувавшись як наука в період розвитку суспільного виробництва, вона вплинула і на характер розвитку людського суспільства, зайнявши положення рушія у процесі формування наукового світогляду людства, формування уявлень про закономірності природи.

Потреба систематизованого процесу впливу на суспільство привела до створення системи фізичних знань, яка одержала назву навчального предмета «фізика» як системи, що містить основи науки фізики. Розвиваючись в умовах навчального середовища, фізика як навчальний предмет збагатилася досвідом впливу на освітнє середовище, розробила систему навчального процесу і суттєво вплинула на розвиток дидактики як науки про організацію навчального процесу. Показово, що фізика займає одне з чільних місць навіть у системі дидактики, розробленої Я.А. Коменським.

Матеріали і методи. Класична система дидактики Я.А. Коменського [1-5] базується на живому спілкуванні вчителя і учнів. Адаптована до групового процесу навчання, ця система тривалий час давала позитивні результати навіть в умовах не завжди комфортного матеріального та ідеологічного стану. Живе спілкування між учнями і вчителем давала можливість враховувати індивідуальні особливості фізичного і розумового розвитку учнів, вчасно і коректно удосконалювати процес навчання.

Результати. Об'єктивний процес розвитку новітніх технологій на основі електронної техніки, економічні і суспільні процеси привели до виникнення потреби індивідуалізованої форми навчання, яка отримала назву дистанційного навчання. З огляду на об'єктивний характер цього процесу потрібно визнати, що для забезпечення його ефективності і дієвого впливу на суспільні відносини і виробництво повинна з'явитися нова методична система. З огляду на діалектичний характер процесу переходу на дистанційне навчання потрібно визнати, що повинен бути започаткований і процес створення нових методик.

Дидактичний принцип наступності, перевірений в процесі розвитку системи навчання фізики, передбачає перенесення в нову методику тих досягнень, які безсумнівно забезпечили свого часу ефективність попередньої системи.

Практика упровадження дистанційного навчання хоча й обмежена в часі, але показала, що потребує дидактичного опрацювання в першу чергу принцип науковості, який може бути порушений в процесі використання сучасних ІТ. Тим паче, що розробники нових методик обов'язково будуть модернізувати зміст нових програм, наповнюючи їх новими відомостями про досягнення фізики і вилучаючи неактуальні питання.

Найскладнішою проблемою дистанційного навчання фізики є забезпечення принципу наочності, коли всі реальні процеси моделюються у віртуальному «просторі». Адже для фізики засадничою основою є фізичний експеримент. Очевидно, що в цій системі навчання постане проблема створення індивідуалізованих систем, в які входитимуть комплекти приладів і моделей, яким той, хто навчається, зможе користуватися під керівництвом дистанційно віддаленого викладача (вчителя). Подібні системи вже використовуються в системі дитячих ігор, які масово наповнюють прилавки супермаркетів.

Оскільки незаперечним фактом є взаємність процесів навчання і учіння, то виникає потреба активного втручання фахівців-психологів, які повинні дослідити особливості процесу установалення психологічної сумісності вчителя і учнів у процесі, де ледве не вирішальну роль буде відігравати індивідуальна робота вчителя з учнями.

Висновки. Викладені вище положення не вичерпують проблеми дистанційного навчання фізики. Детальному опрацюванню підлягають проблеми розв'язування задач, виконання лабораторних робіт, екскурсій, між предметних зв'язків тощо. Якщо навіть не враховувати фінансові проблеми переходу з групового на індивідуальне дистанційне навчання, то і сам процес науково обґрунтованого дидактичного забезпечення буде тривалим в часі і складним в соціальному аспекті. Тому його потрібно організувати з врахуванням вже наявного досвіду вчителів-практиків і засадничих положень класичної дидактики фізики.

Література

1. Антонюк Г. Ян Амос Коменський і розвиток педагогічної думки України в XVII ст. / Галина Антонюк // Педагогіка і психологія професійної освіти. – Львів, 2012. – № 6. – С. 189–200.
2. Буц І. Чому «Велика дидактика» велика : роздуми про книгу Яна Амоса Коменського / І. Буц // Початкова освіта. – 2015. – № 6. – С. 47–48.
3. Карпенчук С. Г. Ідеї Яна Амоса Коменського в контексті сучасного педагогічного інформаційного простору / С. Г. Карпенчук // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти : зб. наук. пр. : наук. зап. Рівнен. держ. гуманіт. ун-ту / Рівнен. держ. гуманіт. ун-т ; [редкол.: В. В. Вербець, М. С. Янцур, І. Д. Бех та ін.]. – Рівне : РДГУ, 2015. – Вип. 11 (54). – С. 136–141.
4. Машкина В. А. Развитие дидактики Я. А. Коменского в условиях адаптивного дистанционного обучения / В. А. Машкина, О. Т. Романов, М. Н. Машкин // Педагогика. – 2014. – № 10. – С. 17–25.
5. Фіцула М. М. Становлення і розвиток зарубіжної педагогічної науки (XVII–XX ст.). Педагогічна система Я. А. Коменського / М. М. Фіцула // Педагогіка : навч. посіб. для студ. вищ. пед. закл. освіти / М. М. Фіцула. – К.: Академвидав, 2005. – С. 486–489.

Проблеми розвитку інформаційно-цифрової компетентності при навчанні фізики за професійним спрямуванням**Микола Садовий, Олена Трифонова, Наталія Крамаренко***Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка*

Вступ. Сучасне суспільство перебуває на етапі зміни наукових парадигм, які неминуче ведуть до змін структури і змісту поняття наукової картини світу. Зростає рівень вимог до освіти, як визначального фактору розвитку суспільства. Нині вища освіта розвивається на засадах запропонованого нами інтегративного підходу [1], який включає компетентнісний, особистісно зорієнтований, діяльнісний, системний та ресурсний підходи, реалізація якого регламентується відповідними державними стандартами спеціальностей підготовки фахівців з вищою освітою та освітніми програмами.

Матеріали і методи. Досвід власної науково-педагогічної діяльності та здійснений аналіз [1] освітнього процесу в закладах вищої освіти (ЗВО) показав визначальну роль фізики, як фактору науково-технічного прогресу у підготовці майбутніх фахівців, зокрема природничо-математичного профілю. Але в умовах тотальної цифровізації українського суспільства освітній процес з фізики та технічних дисциплін (ФТД), технологій в ЗВО вже не може будуватися за традиційною методикою. Нині, виходячи з засад інтегративного підходу та вимог цифровізації постала проблема перегляду ресурсного потенціалу ФТД. Це зумовлює необхідність формувати у суб'єктів навчання інформаційно-цифрової компетентності (ІЦК).

Результати. Проведений нами аналіз джерельної бази та педексперименту [2] дав змогу визначити компоненти ІЦК, окреслити визначення *інформаційно-цифрової компетентності* як уміння трансформувати та реально використовувати наявні інформаційно-цифрові ресурси для отримання, зберігання, поширення та опрацювання необхідної інформації; здатність упевнено, критично і творчо використовувати інформаційно-комунікаційні технології для досягнення цілей, що визначаються потребами сталого розвитку особистості та суспільства в цілому.

За інтегративного підходу розвиток ІЦК у навчанні ФТД за професійним спрямуванням актуальним є створення відповідного навчально-методичного забезпечення [3]. Зокрема, в умовах активного упровадження дистанційного навчання гостро постала проблема створення методичних рекомендацій та системи віртуальних дослідів у вивченні ФТД. Ми створили такий комплекс [3] і запровадили його в частині педагогічних ЗВО. Порівняльний аналіз (рис. 1) здобутків студентів з фізики на різних спеціальностях педагогічних ЗВО за II семестр 2018-2019 н.р. та відповідний період 2019-2020 н.р., де навчання здійснювалося виключно з дотриманням принципів цифровізації за розробленого комплексу, показав позитивну динаміку.



Рис. 1. Розподіл студентів за рівнем навчальних досягнень з фізики (за професійним спрямуванням)

Висновки. Проведені дослідження переконливо свідчать, що за інтегративного підходу впровадження ідей і принципів цифровізації в освітній процес з фізики (за професійним спрямуванням) у ЗВО підвищує мотивацію студентів до навчання, сприяє підвищенню якості знань з ФТД, забезпечує розвиток ІЦК, що формує у майбутніх фахівців готовності до навчання впродовж всього життя.

Література

1. Трифонова О.М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти: монографія. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. – 508 с.
2. Трифонова О.М. Основні компоненти інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій в умовах цифровізації суспільства. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку*: матер. методол. семінару НАПН України, 4 квіт. 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. – К.: НАПН України, 2019. – С. 251–262.
3. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навч.-метод. посібн. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. – 120 с.

Методика викладання фізичної екології у вищій школі**Оксана Семерня***Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка*

Вступ. Сьогодення висуває актуальні та глобальні проблеми захисту довкілля від антропогенного навантаження. Природа демонструє нам свою перевагу і непереможність різними способами: пандемії, цунамі, атомні аварії на електростанціях, повені, землетруси, селі, вулкани, пожежі тощо. Саме тому вивчення фізичної екології на сучасному етапі розвитку цивілізації є нагальною потребою. Якщо і далі нехтувати викликами природних катаклізмів, стихійних лих, то матимемо загибель цивілізації, на кшталт цивілізації Майя.

Фізична екологія має об'єктом вивчення довкілля в контексті неживих природних явищ. Предметом фізичної екології є механічні, електричні, оптичні, теплові, молекулярні, хіміко-біологічні, магнітні явища і вся фізична екосистема в своїх взаємозв'язках. Цей освітній напрямок: напрямок фізичної екології, – може слугувати спеціальним курсом у закладах вищої освіти як дисципліна за вибором.

Матеріали і методи. У роботі були використані теоретичні та емпіричні методів досліджень.

Теоретичні: аналіз і синтез літературних джерел, аналіз та синтез інтернет-ресурсів, узагальнення і систематизація інформаційних джерел.

Емпіричні: спостереження, педагогічний експеримент.

Результати. Методика викладання фізичної екології у вищій школі містить такі розділи:

1. Загальні питання методики викладання фізичної екології у вищій школі.
2. Методика викладання механічних явищ у довкіллі.
3. Методика викладання електричних явищ у довкіллі.
4. Методика викладання оптичних явищ у довкіллі.
5. Методика викладання теплових явищ у довкіллі.
6. Методика викладання молекулярних явищ у довкіллі.
7. Методика викладання хіміко-біологічних явищ у довкіллі.
8. Методика викладання магнітних явищ у довкіллі.
9. Методика викладання фізичної екосистеми у довкіллі.

Змістове наповнення методики викладання фізичної екології у вищій школі має два блоки: загальна методика викладання фізичної екології у вищій школі та часткова методика викладання фізичної екології у вищій школі.

Модель курсу прогнозує формування професійних компетентностей екологів у напрямі природничо-екологічного характеру.

Методологія вивчення фізичної екології ґрунтується на безперервному використанні спеціальних компетентісно-світоглядних завдань фахового характеру. У результаті – майбутній фахівець отримує сплав професійних знань (уміння, навичка, переконання), досвіду, світогляду.

Управлінські впливи на свідомість майбутнього фахівця – це невидимі орієнтири, які викладач застосовує на особистість студента з метою досягнення станової моделі фахівця, запланованої МОН України за цим профілем. Це такі впливи: психологічна установка на успішне навчання, навіювання ставлень до предмету пізнання, залучення до активної фахової діяльності.

На лекціях викладач застосовує спеціальні завдання компетентісно-світоглядного характеру у вигляді якісних запитань евристичного змісту для активізації мислення студентів (метод мозкового штурму, наприклад).

На практичних заняттях викладач прямо впроваджує вправи на формування професійних компетенцій, запланованих стандартами екологічної освіти.

На семінарських заняттях викладач прямо впроваджує полеміку, диспут, бесіду, діалогізми з фаховим акцентом: екологічним і біолого-фізичним.

На лабораторних заняттях викладач прямо впроваджує експериментальні вправи для формування фахових компетентностей студентів запланованих стандартами екологічної освіти.

На індивідуальних заняттях викладач прямо впроваджує ідентичні спеціальні завдання компетентісно-світоглядного характеру для формування професійних компетентностей, запланованих стандартами екологічної освіти.

У позааудиторній роботі викладач не прямо використовує управлінські впливи через спеціальні завдання компетентісно-світоглядного характеру для формування професійних компетентностей, запланованих стандартами екологічної освіти.

Отже, від першого кроку студента за поріг університету відбувається формування і становлення фахівця екологічного напрямку. Це становлення фахівця відбувається до того часу як студент отримує диплом бакалавра, магістра, доктора філософських наук з екології.

І саме методика викладання фізичної екології провокує студентів ідентифікувати себе фахівцем природничого напрямку і яскраво виявляти фахові компетентності тому, що навчає основним світоглядним положенням фізики, біології, екології та інших природничих наук.

Висновки. У зв'язку із пандемією Коронавірусу в Світі, ми не можемо ігнорувати впливу живої і неживої природи, зокрема біологічних і фізичних явищ, на якість та захист довкілля. Через цей факт варто визнати необхідність посилення біологічної та фізичної складових освітнього процесу в екології та захисту довкілля, інакше Людство загине.

Література

1. Семерня О.М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія / О. М. Семерня. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с.

Навчання з фізики в умовах карантину у військовому інституті телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Богдан Сусь

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут*

Вступ. Особливість навчання у військовому інституті в тому, що навіть за звичайних умов курсанти перебувають разом у групах приблизно із 25 осіб, які є й навчальними групами. Заняття проводяться аналогічно, як і в цивільних навчальних закладах. Особливість проведення занять в умовах карантину лише в тому, що в умовах самоізоляції перебувають не окремі курсанти, а групи. Отже, дистанційно заняття треба проводити з усією групою разом. Для цього створені відповідні умови – в аудиторії, де курсанти дистанційовані один від одного, навчальний матеріал розміщується на великому екрані.

Матеріали і методи. Особливість занять з фізики в тому, що усі тексти лекцій надруковані в навчальних посібниках і розміщені на сайті інституту, так що всі курсанти мають до них доступ через інтернет у будь-який час [1]. Це створює умови для застосування методики проведення заняття, суттєво відмінної від традиційних форм.

Результати. Традиційно під час лекції студентам дається новий для них матеріал, а вони повинні слухати і записувати. Історично, ще з часів середньовіччя, така методика була виправданою, оскільки студенти не мали іншого доступу до відомостей, які давав лектор. Тому треба було старанно записувати, щоб потім була можливість прочитати і відновити усе в пам'яті. Такий спосіб передачі інформації став традиційним і дійшов до наших днів. Звичайно, що цей спосіб має свої переваги, оскільки йдеться про пряме і живе спілкування лектора зі студентами, що дає можливість уточнювати, повторювати, робити акценти, поправляти відповідні висловлювання і т.п. Однак традиційна форма лекції має й недоліки, оскільки студент під час лекції повинен одночасно брати участь у двох, чи навіть трьох різних видах діяльності – слухати, думати над тим, що сказав лектор, і записати те, що він сказав. А з точки зору педагогіки одночасне виконання декількох робіт не забезпечує якості їх виконання. Тим більше, якщо йдеться про зовсім різні форми діяльності – розумової і механічної. Деякі студенти неспроможні це робити якісно і замість конспектування переходять на стенографування – тобто намагаються побільше записати, не вникаючи в суть сказаного. Конспект же – це не стенографування, а скорочений запис студентом вже свого бачення того, що сказав лектор. Бувають лекції, коли дійсно лектор переходить майже на диктування, щоб студенти могли записати необхідну інформацію.

У наш час в умовах комп'ютеризації ситуація кардинально змінюється. Звичайно, що лектор готується до заняття, тому текст лекції може без якихось проблем передати студентам, так щоб під час заняття вони могли вільно слухати, думати і робити лише необхідні помітки, уточнення. Більше того,

лектор може значно прискорити розповідь, оскільки студентам записувати не треба. Таким чином, можна під час лекції створити умови для самостійної розумової діяльності, оскільки записувати за лектором не треба.

В умовах карантину наявність готових текстів лекцій дало нам додаткові можливості для організації самостійної розумової діяльності курсантів при розгляді навчального матеріалу. Оскільки тексти лекцій розміщені на сайті інституту, курсанти попередньо одержують завдання самостійно опрацювати матеріал до заняття і зробити короткий конспект.

Під час занять, які відбуваються у системі ZOOM, повний текст лекції висвітлюється на екрані і відбувається його обговорення, оскільки курсанти вже з ним ознайомлені і конспектувати не потрібно, хіба що робити поправки, уточнення тощо. Попри недоліки, які пов'язані з відсутністю безпосереднього спілкування з лектором «наживо», такий спосіб має навіть свої переваги, оскільки дає можливість максимально задіяти самостійну розумову діяльність студента. Зауважимо, що підготовка курсантів до лекційного заняття і створення конспекту оцінювалося прийнятою Болонською системою балів (*A, B, C, D...* або 5, 4, 3, 2...), для чого кожен курсант перед заняттям просто показував перед відеокамерою свій конспект. Перевірка показувала, що практично у всіх курсантів такі конспекти були.

Таким чином, в умовах дистанційного навчання є можливість задіяти максимально самостійну роботу курсантів над навчальним матеріалом, включаючи найбільш ефективну її форму – самостійну розумову діяльність як процесі самопідготовки до заняття, так і під час лекційного заняття в режимі online.

Щодо проведення в режимі online практичних занять є також свої особливості. Перед заняттям давались задачі з розв'язками, а також задачі для самостійного розв'язання. Задачі для самостійного розв'язання кожному курсантові потрібно було розв'язати, сфотографувати і переслати електронною поштою викладачеві для оцінки. На занятті в режимі online спочатку скорочено обговорювався лекційний матеріал на тему заняття, для чого на екрані можна було спостерігати висвітлені сторінки текстів лекції. Далі проводився аналіз розв'язаних задач.

Висновки. Можна зробити попередній висновок, що активність навчальної діяльності курсантів в умовах їх самоізоляції зберігається. Однак про ефективність такого способу організації навчання можна буде судити після екзаменів у кінці семестру, оскільки частина занять була проведена в звичайному режимі до карантину.

Література

1. Сусь Б.А., Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А. Коливання і хвилі: навчальний посібник для самостійної роботи студентів з електронним представленням. – К.: ВІТІ НТУУ "КПІ", 2009. – 190 с.

Інноваційна діяльність та фундаменталізація освіти у ЗВО**Галина Шатковська, Світлана Літвинчук***Національний університет харчових технологій*

Вступ. Головним завданням ЗВО на сучасному етапі є підготовка фахівців, здатних нестандартно та вчасно реагувати на зміни, які відбуваються у світі. Тому для підготовки здобувачів до професійної діяльності у майбутньому і використовуються інноваційні методи навчання та фундаментальні знання, що визначають специфіку постановки та методи розв'язання досліджуваних завдань у ЗВО.

Матеріали і методи. До даних методів належить навчання, що передбачає формування навичок для розв'язання проблемних завдань, які не мають однозначної відповіді, самостійної роботи над матеріалом і вироблення вмінь застосовувати набуті знання на практиці.

Результати. Автори дослідили доцільність використання інноваційних методів навчання у ЗВО. Такі методи передбачають інтерактивне навчання, яке спрямоване на активне і глибоке засвоєння досліджуваного матеріалу, розвиток вміння вирішувати комплексні завдання.

Одним із сучасних методів є навчання через співпрацю. Цей метод ставить своїм завданням ефективне засвоєння навчального матеріалу, вироблення здатності сприймати різні точки зору, вміння співпрацювати та вирішувати конфлікти у процесі спільної роботи.

Застосовувані на сучасному етапі інноваційні методи навчання у ЗВО передбачають і метод, пріоритетом якого є моральні цінності. Він сприяє формуванню індивідуальних моральних установок, заснованих на професійній етиці, виробленню критичного мислення, уміння представляти і відстоювати власну думку. Інноваційні методи дозволяють змінити і роль викладача, який не лише є носієм знання, але і наставником, ініціюючим творчі пошуки здобувачів.

Інформаційна технологія в навчально-пізнавальному процесі – це поєднання традиційних технологій навчання і технологій інформатики, які розширюють можливості здобувачів щодо якісного формування системи знань, умінь і навичок, їх застосування у практичній діяльності, сприяють розвитку інтелектуальних здібностей до самонавчання, створюють сприятливі умови для навчальної діяльності.

У традиційній практиці навчання дуже мало часу відведено на активну пізнавальну діяльність здобувачів. Деякі методи використовуються недостатньо. Необхідно визначати аспекти для підвищення активізації розумової діяльності здобувачів під час навчального процесу з використанням сучасних інноваційних технологій та залучати креативні підходи до вивчення предмету. Застосування інноваційних методів навчання – це необхідна умова для формування умінь здобувачів. Інноваційний метод значно полегшує процес вивчення таких предметів як фізика та математика, оскільки працює не лише

слухова, а зорова пам'ять.

Загальною закономірністю розвитку економіки та її матеріально-технічної бази є інноваційне оновлення технологій і виробничої продукції як основи економічного зростання. У цьому інноваційному оновленні вища школа відіграє значну роль.

Інноваційна діяльність – це виконання робіт і надання послуг, направлених на створення, організацію виробництва та реалізацію на ринку принципово нової продукції (товарів, робіт, послуг), а також створення та застосування нових або модернізацію існуючих засобів (технологій) її виробництва, поширення та використання.

Розглянемо деякі аспекти стану вітчизняної фундаментальної університетської освіти. Університет нового типу передбачає обов'язкову інтеграцію наукової, освітньої та інноваційної діяльності. Якщо розглядати освіту як процес, то до його складу входить виробництво, набуття, систематизація і збереження знань, тобто формування і розвиток інтелектуального потенціалу суспільства. Особливу роль у цьому процесі відіграє наука. Наукова основа викладання – це той самий фундамент, без якого неможливо уявити сучасну освіту. Саме така освіта підвищує особистісну, а в майбутньому – професійну самооцінку випускника, передає йому значну частину культурних і соціальних стандартів суспільства. Тому в умовах стрімкого розвитку і розширення доступності відкритих інформаційних мереж передача «готових» знань – вже не головна задача навчального процесу. Головним є поєднання освіченості та культури поведінки, формування здібності самостійно та кваліфіковано мислити, а в подальшому самостійно працювати, вчитися та переучуватися. Саме з цього впливають сучасні уявлення про фундаментальність освіти.

Фундаменталізація – це освітня тенденція, що має принциповий характер і направлена на формування цілісного, узагальнюючого знання, яке є ядром і основою всіх отриманих здобувачем знань, здатне об'єднати їх в єдину світоглядну систему. Термін «фундаментальність» означає основу, базис прикладного. Основою фундаментальних знань є здатність відкрити та дослідити те, що складає основу природних речей, явищ, подій. Саме поняття і закони фундаментальної теорії складають основу, завдяки якій інформація про досліджувану систему приводиться до стану цілісності. Крім того, саме фундаментальне знання визначає специфіку постановки та методи розв'язання досліджуваних задач.

Висновки. Впровадження сучасних інноваційних технологій у ЗВО дає змогу вирішувати такі завдання: мотивація навчальної діяльності, проблемна креативна спрямованість, інтерактивна організація освітньої діяльності, набуття знань, умінь і навичок. Подальше дослідження буде спрямоване на пошук нових методів навчання, що дозволять у повному обсязі використовувати набуті знання на практиці.

Сучасні тенденції розвитку науки і виробництва та завдання інженерно-технічної підготовки**Галина Шатковська***Київський національний університет технологій і дизайну***Світлана Літвинчук***Національний університет харчових технологій*

Вступ. У світі наука та виробництво щорічно рухаються вперед. Тому підготовка фахівців інженерно-технічних спеціальностей вимагає врахування сучасних тенденцій розвитку цих напрямів. Для розуміння нинішнього стану речей пропонуємо розглянути наступні питання: основні прояви інтеграції та диференціації наук і наукових знань у сфері виробництва, їх вплив на характер суспільної праці, професійну діяльність і систему знань сучасного фахівця; зміна рівнів підготовки фахівців від вузького профілю до широкого і далі до інтегрального; поняття «модель фахівця» та характеристика підходів до створення моделі фахівця; широкопрофільна підготовка фахівців, її відмінні риси, формування фахівця інтегрального профілю; проблеми професійної освіти і взаємозв'язок освіти з потребами виробництва та інтересами особистості; завдання інженерно-технічної підготовки фахівців і моделювання професійної діяльності у навчальному процесі як метод професійної практичної підготовки фахівців; особливості технології контекстного навчання; інтеграція освіти, виробництва і науки.

Матеріали і методи. В ході проведення роботи виникла потреба розглянути основні прояви інтеграції та диференціації наук і наукових знань у сфері виробництва, їх вплив на характер суспільної праці, професійну діяльність і систему знань сучасного фахівця. Також з'ясуємо специфіку відображення цих процесів щодо змісту освіти.

Результати. Об'єктивна необхідність у розробці проблеми фундаменталізації освіти значною мірою є відображенням потреби людської цивілізації XXI століття. Нові соціальні та економічні умови життя суспільства спричинили корінні, якісні зміни у всіх сферах людської діяльності і, передусім, виробничій. Глобальні зміни в техніці, пов'язані з ускладненням знарядь праці, автоматизацією виробничих процесів і систем управління являють собою органічне поєднання науки і виробництва. Виступаючи як єдине ціле, наука з її процесами всебічної інтеграції і диференціації стає безпосередньою продуктивною силою суспільства, а виробництво – науковим виробництвом.

Важливими є внутрішні тенденції розвитку науки на сучасному етапі – «багатопорядкована сутність», з одного боку, а з іншого – вивчення речей у різних функціях, зв'язках тощо. Це сприяє виділенню нових «предметів» дослідження, спеціалізації наукового знання. Інша тенденція розвитку науки – її інтеграція є відображенням нових потреб розвитку соціально-історичної практики, яка пріоритетом ставить завдання управління складними об'єктами,

що вимагають обліку їх багатосторонніх зв'язків (і внутрішніх, і зовнішніх). Це потребує об'єднання, інтеграції знань про даний об'єкт. Подальше зрощення науки і матеріального виробництва веде до поглиблення і загострення суперечностей між інтеграційними процесами, з одного боку, і процесами спеціалізації – з другого, як у виробництві, так і в самій науці.

Процеси інтеграції відображають тісний взаємозв'язок науково-технічного і соціального прогресу в сучасному суспільстві. Їх висунення на перший план у виробничій сфері проявляється, перш за все, в універсалізації техніки, автоматизації, «кібернетизації» виробництва. Пов'язані з цим зміни в продуктивних силах і суспільних відносинах зумовлюють зміни, що відбуваються у професійній діяльності та системі знань, в самому характері суспільної праці.

Професійна діяльність стає дедалі більш інтегрованою, що зумовлено поступовим переходом більшості працівників від механічної виконавчої діяльності до управління складними технологічними системами, які вимагають від них більш широкого кругозору.

Інтеграція знань і видів діяльності суб'єкта при вирішенні комплексних наукових і виробничих проблем робить працю універсальною, інтелектуальною, супроводжується підвищенням рівня складності. У структурі виробничої діяльності сучасних фахівців значно зростає питома вага функцій, пов'язаних зі створенням, налагодженням і управлінням універсальними технічними системами, з розумінням загальних принципів виробничої технології, з умінням швидко орієнтуватися в сучасних науково-технічних проблемах і вільно пристосовуватися до змін в матеріальній базі виробництва. При цьому управлінська діяльність перетворюється в один із основних видів діяльності, пов'язаних з найважливішими сферами життя суспільства.

Праця стає дедалі більш інтелектуалізованою, про що свідчать спостереження в ряді галузей промисловості, для участі у праці операторів-робітників обирають фахівців з вищою освітою. Разом з тим із поглибленням поділу праці формується група працівників, винятковим заняттям яких є інтелектуальне забезпечення виробництва техніки. Соціальні переваги набувають фахівці, здатні самостійно побудувати алгоритм рішення технічної задачі, які володіють основами евристики, більш комунікабельні.

Для сучасних науково-виробничих об'єднань необхідні різнобічно і високоосвічені працівники, що володіють разом з тим глибокими спеціальними знаннями і навичками. Їх діяльність передбачає спеціалізацію, засновану на розвитку виробничих функцій, широкому науково-технічному кругозорі, високій професійній та загальній культурі. Це і вказує вже сьогодні на тенденцію до того, щоб кожен фахівець діяв на виробництві як «цілісний індивід», здатний гнучко перебудовувати напрям і зміст своєї діяльності у зв'язку зі зміною технологій або вимог ринку.

Таким чином, реально відбуваються зміни в професійно-кваліфікаційній структурі праці, пов'язані з універсалізацією науково-технічних і соціальних функцій фахівця, їх синтезом в органічно цілісну діяльність, що невідворотно ведуть до зміни рівнів підготовки працівників від вузького профілю до

широкого і далі до інтегрального. Вузькопрофільна підготовка в будь-якій конкретній області повинна поступово йти з системи освіти, переходячи в сферу виробництва та іншої професійної діяльності.

Матеріали багатьох досліджень показують, що на всіх рівнях формування змісту освіти необхідно орієнтуватися на кінцеві результати професійної підготовки. Успішна реалізація цієї вимоги багато в чому залежить від структури освіти, принципів побудови навчальних дисциплін, освітніх технологій і методик. В освітньому процесі повинні, перш за все, використовуватися такі наукові знання, засоби навчання, дисципліни і курси, які відображають у собі фундаментальні моменти процесів інтеграції та диференціації наук. У зв'язку з цим при психолого-педагогічному обґрунтуванні змісту професійної підготовки пильна увага приділяється уточненню уявлень про моделі фахівця і відповідних кваліфікаційних характеристик.

Відмітимо, що у поняття «модель фахівця» різні дослідники вкладають різний зміст. Найбільш поширеною є точка зору, згідно з якою модель фахівця містить паспорт фахівця як опис об'єктивних вимог суспільства стосовно його трудової діяльності, а також структуру його підготовки. Прийнято вважати, що модель фахівця з вищою освітою формується на основі соціальних та економічних вимог суспільства. Така модель включає ряд розділів професійної діяльності, в тому числі чисто професійний (професіограму і кваліфікаційну характеристику), соціальний (суспільне становище, статус), психологічний (псіхограми) тощо.

«Діяльнісна» модель фахівця знаходить своє відображення та вплив на навчальний процес, перш за все в розробці програм формування діяльності, в процесі якої відбувається засвоєння знань.

Розглядаючи «модель фахівця» як бажаний кінцевий результат, необхідно акцентувати увагу на питаннях прогнозування змісту професійної освіти, оскільки науково-технічний прогрес безперервно породжує нові наукові знання, приріст і оновлення яких набуло в наш час стрімких темпів. У зв'язку з цим для підготовки оптимальних кваліфікаційних характеристик, навчальних планів і програм, для коригування процесу навчання важливо отримувати випереджальну інформацію про ймовірні перспективи розвитку певних галузей.

Висновки. Перехід до підготовки широкоосвічених фахівців полягає у зростанні всебічності та гармонійності знань фахівця і функцій діяльності, у володінні їм цілісним світоглядом, що формує широкий погляд на явища і процеси в сучасному світі завдяки перевагам інтегрованих знань, отриманих на стику природничих, гуманітарних і технічних наук.

Перед вищою школою на сучасному етапі постає проблема здійснення підготовки широкоосвічених фахівців, які володіють фундаментальними знаннями, що є базою для формування загальної і професійної культури, швидкої адаптації до нових професій і спеціальностей.

Наукове видання

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-МЕТОДИЧНА
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ**

**АКТУАЛЬНІ НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ
ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

26-27 травня 2020 р.

Відповідальний за випуск **І.І. Юрик**

Комп'ютерна верстка **О.С. Пушенко**