Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
Фізико-математичний факультет

Матеріали VI Всеукраїнської студентської наукової конференції

"Сучасні проблеми природничих та фізико-математичних наук"

Тези доповідей

Ніжин, 5-6 квітня 2011 р.

Ніжин – 2011

ББК 22.3–22.1
М 34

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
Протокол № 7 від 22.03.2011 р.

Редакційна колегія:
Мельничук О.В., Казачков І.В., Астаф'єва М.М., Фетісов В.С., Тарасенко О.В.

Відповідальний редактор: Аніщенко В.О.

М 34 Матеріали VI Всеукраїнської студентської наукової конференції "Сучасні проблеми природничих та фізико-математичних наук" : тези доповідей. - Ніжин: Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2011. – 53 с.

Збірка матеріалів конференції включає тези доповідей, в основу яких покладені результати наукової роботи студентів ВНЗ України, а також магістерських, дипломних та курсових робіт з фізико-математичних наук, а саме: прикладної, вищої та елементарної математики, інформатики, програмування, моделювання, фізики і астрономії та методики їх викладання.

У текстах доповідей збережено авторський стиль подання матеріалу.

ББК 22.3–22.1
© Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2011

ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА, ІНФОРМАТИКА, ПРОГРАМУВАННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ

ДО ПИТАННЯ ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ПАКЕТІВ ПРОГРАМ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Василюк А.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: Kulisav@ukr.net

Актуальність дослідження. З кожним днем усе більше зростає значення математичного моделювання як ефективного методу дослідження фізичних процесів. Воно може замінити трудомісткий фізичний експеримент, але частіше доповнює його або допомагає правильно інтерпретувати. Різноманітність математичних систем та пакетів прикладних програм, що дають змогу моделювати теплогідравлічні процеси, створює проблему по вибору найефективнішого програмного забезпечення в кожному конкретному випадку.

Кожен науковець, досліджуючи фізику методами математичного моделювання, повинен відкривати у собі в певному смислі програміста. Тому що, кожна система має свою специфічну мову та різні підходи до моделювання. Але мета дослідника не нову професію освоїти, а якнайшвидше та якісніше розв’язати поставлену задачу, знайти нові методики дослідження. Огляд та порівняння пакетів прикладних програм та обчислювальних систем при моделюванні теплогідравлічних процесів дасть змогу науковцю вибрати для себе "найзручніше" та найефективніше в конкретному випадку програмне забезпечення.

Мета дослідження. Робота присвячена дослідженню пакетів прикладних програм та обчислювальних систем для моделювання теплогідравлічних процесів. Для розгляду вибрано процеси, що проходять в ядерних реакторах атомних електростанцій. Крім якості та швидкості отримання самих теплофізичних результатів дослідження процесів, відбувається пошук найефективнішої процедури моделювання. Використовуючи різноманітні математичні обчислювальні системи та пакети прикладних програм (Maple, Mathematica, MATLAB, MuPAD, SciLab, Maxima, FLEXPDE, ANSYS CFX, STAR-CD, Fluent, RELAP5/MOD3, KORSAR і т.п.), показати реалізацію моделей тепло гідравлічних процесів. Дослідити та порівняти програмне забезпечення за такими основними критеріями:

1. Простота інтерфейсу

2. Простота мови реалізації
3. Можливість розвязування диференіальних рівнянь (ДР)
4. Необхідна потужність ЕОМ та споживання ресурсів
5. Якість та швидкість отримання результатів
6. Платформа , на якій можна використовувати

Це лише основні пункти, по яким порівнюються програмні засоби для моделювання тепло гідравлічних процесів. Але для вибору науковця цього вистачить. Отже, основна мета дослідження – знайти ті основні відмінності та особливості програмних засобів, які б дозволили досліднику теплогідравлічних процесів швидко вибрати підходящий для конкретних вимог.

Основні результати дослідження. Обмеженість в об'ємі статті не дозволяє показати наочно відмінності в мовах реалізації моделей. Порівняння на основі інших критеріїв для прикладу покажемо на MathCad, Maple, FLEXPDE.

		MathCad	**Maple**	**Mathematica**
1	Простота інтерфейсу	******	*******	*******
2	Простота мови	******	********	*********
3	Розвязування ДР	*********	******	******
4	Необхідна потужність ЕОМ	CPU: ≥400Mhz RAM: ≥256Mb HDD: ≥1,75Gb	CPU: ≥2Ghz RAM: ≥1 Gb HDD: ≥3,20Gb	CPU: ≥400Mhz RAM: ≥256Mb HDD: ≥0,50Gb
5	Швидкість отримання результатів	********	******	******
6	Платформа	32-бітна Windows XP, Vista, Windows 7	Microsoft Windows, Mac OS X, Linux	Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, Sun Solaris

Система *MathCad* (Mathcad 15) призначена для широкого кола користувачів – від студентів і школярів до наукових працівників. Вона, володіючи мовою наближеним до природного математичного, дозволяє прискорити освоєння пакету. Платою за це є швидкість обчислень.

З точки зору чисельного рішення диференціальних рівнянь MathCad дозволяє розв'язувати системи ДР. Можливості ж розв'язку ДР в частинних представлені дуже бідно в порівнянні з іншими. Є можливість символьних обчислень.

Система *Maple*, наприклад, призначена головним чином для виконання аналітичних (символьних) обчислень і має для цього один з найпотужніших у своєму класі арсенал спеціалізованих процедур і функцій (понад 3000). Така комплектація для більшості користувачів, які стикаються з необхідністю виконання математичних розрахунків середнього рівня складності, є надлишковою. Можливості Maple орієнтовані на користувачів – професійних математиків; розв'язання задач в середовищі Maple потребує не тільки вміння оперувати тією чи іншою функцією, але й знання методів розв'язання, в неї

закладених: в багатьох вбудованих функціях Maple є однією з найкращих систем чисельних розрахунків.

Теж саме можна сказати і про *Mathematica*. Це одна з найпотужніших систем; має надзвичайно велику функціональну. Mathematica має високу швидкість обчислень, але потребує вивчення доволі незвичайної мови програмування.

Література

1. Чарльз Генри Эдвардс, Дэвид Э. Пенни Дифференциальные уравнения и проблема собственных значений: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB = Differential Equations and Boundary Value Problems: Computing and Modeling. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2007.
2. Казачков И.В., Али Хасан Могаддам. Моделирование теплогидравлических процессов при тяжелых авариях на АЭС : монография. – Киев : НТУУ "КПИ", 2008.– 172 с.
3. Казачков И.В. Современное состояние и некоторые проблемы моделирования тяжелых аварий на зарубежных АЭС // Ядерная и радиационная безопасность. – 2003. – №1. – С. 25–34.
4. Sehgal B.R. Accomplishments and challenges of the severe accident research // Nuclear Engineering and Design. – 2001. – Vol. 210. – P. 79–94.

ДО ПИТАННЯ ПРО МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЯЖКИХ АВАРІЙ НА АЕС

Коновал О.В.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Актуальність дослідження. Щоб уникнути тяжких наслідків від тяжких аварій на АЕС, від сучасних АЕС третього і наступних поколінь вимагають наявність пасивних систем захисту, які за будь-яких умов не допустять вихід розплаву радіоактивного палива з корпусу реактора або принаймні з контейнмета, який є останнім бар'єром безпеки АЕС [1-5]. Тому поставлена проблема є актуальною на сьогоднішній день, як для вже функціонуючих електростанцій, так і для майбутніх. Можливість безпечного виробництва електроенергії на АЕС гарантує людству фактично невичерпне джерело енергії. Розвиток атомної енергетики здійснюється на основі використання досвіду блоків-попередників.

Мета дослідження. Без детального дослідження тепло гідравлічних та інших процесів під час тяжкої аварії на АЕС неможливо побудувати ефективні системи захисту від тяжких аварій. Так, розплав ядерного палива з температурою 2000-3000°С, який постійно розігрівається за рахунок внутрішніх тепловиділень внаслідок радіоактивного розпаду, здатний спалити і розплавити конструкції, бетонні перегородки, підлогу і т.д., утворюючи нові невідомі сплави та інші речовини з невідомими фізико-хімічними властивостями. Багато з теплогідравлічних процесів під час протікання тяжких аварій відбувається в

умовах, коли їх протікання не досліджене, а самі процеси комплексні та відносяться відразу до декількох галузей науки.

Для побудови адекватних моделей аварійних ситуацій необхідно знати властивості досліджуваних матеріалів та принципи їх взаємодії, а в проблемі протікання тяжких аварій є низка нерозкритих питань. Тому необхідне дослідження процесів протікання тяжких аварій на АЕС та математичне моделювання і проведення комп'ютерних експериментів в широкому діапазоні зміни параметрів систем.

Основні результати дослідження. Коли внаслідок тяжкої аварії на АЕС зруйновано передостанній бар'єр безпеки (корпус реактора), залишається лише останній бар'єр (контейнмент), важливість якого в цьому випадку неможливо переоцінити. Математичні моделі проникнення струменів розплаву в підреакторний басейн з водою важливі для оцінки фізичних явищ, що відбуваються в системі пасивного захисту від тяжких аварій в конструкції з басейном води під реактором. Ці струмені мають джерело внутрішнього генерування теплоти та постійно змінні умови їх розповсюдження у басейні, оскільки після розриву корпусу реактора високотемпературний та хімічно агресивний розплав коріуму, що виходить з нього, збільшує розміри утвореного в результаті руйнування корпусу отвору. При цьому різко змінюється температурний режим в результаті інтенсивного протікання процесів тепло- та масообміну між струменем та водою в басейні.

Навіть без урахування тепломасообмінних процесів, математичне моделювання процесів розповсюдження та подрібнення струменів в басейні залишається складною задачею внаслідок невизначеності фізичних властивостей розплаву коріуму та необхідності врахування впливу різноманітних факторів: втрата частини енергії струменя при його зіткненні з вільною поверхнею нерухомої води в басейні (сингулярність математичної моделі на границі контакту також ускладнює математичну модель), нестійкість вільних поверхонь струменя та його розпад на краплі, подальша поведінка крапель і т.д. Характерна відмінність подібних струменевих течій від більшості досліджених випадків полягає також в тому, що вони розповсюджуються, в основному, під дією трьох сил – Архімедових, гідродинамічних (сил тиску води та протидії тертя), а також інерційних.

А від інтенсивного випаровування води, що йде за рахунок випромінення від високотемпературного струменя, в початковий момент входу струменя до басейну з водою струмінь не має безпосереднього контакту з водою, він розповсюджується у "паровому мішку". В результаті цього важкий струмінь розплаву коріуму, проникає в басейн як паровий струмінь зі струменем розплаву, котрий може бути навіть легшим за воду і тому має великий вплив Архімедової сили, що діє вгору, проти руху струменя. Але ця дія Архімедових сил не прикладена безпосередньо до струменя розплаву, вона прикладена до парового струменя, всередині якого знаходиться струмінь коріуму.

Апробація і впровадження результатів дослідження. Результати дослідження впроваджено в учбовий процес для студентів ядерних спеціальностей. Вони також використовуються дослідниками пасивних систем безпеки.

Література

1. Казачков И.В., Али Хасан Могаддам. Моделирование теплогидравлических процессов при тяжелых авариях на АЭС : монография. – Киев: НТУУ "КПИ", 2008. – 172 с.

2. Казачков И.В. Современное состояние и некоторые проблемы моделирования тяжелых аварий на зарубежных АЭС // Ядерная и радиационная безопасность. – 2003. – №1. – С. 25–34.

3. Sehgal B.R. Accomplishments and challenges of the severe accident research // Nuclear Engineering and Design. – 2001. – Vol. 210. – P. 79–94.

4. Hasan Moghaddam Ali, Kazachkov I.V. Modelling of the corium melt interaction with water and vapour during severe accidents at NPP/ 3rd WSEAS Intern. Conferences, Univ. of Cambridge, February, 23–25. – 2008. – P. 71–76.

5. Bechta S.V., Vitol S.A., Krushinov E.V., Granovsky V.S. et all. Water boiling on the corium melt surface under VVER severe accident conditions // Nuclear Engineering and Design. – 2000. – V.195. – P. 45–56.

ЗАСТОСУВАННЯ ВИБІРКОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Павлюк А.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: pavliukania@mail.ru

Статистичний аналіз даних відіграє велику роль у дослідженні суспільних явищ. Однією зі сфер застосування цього аналізу є статистичне прогнозування. Зараз важко уявити, як можна щось вирішувати чи планувати без його використання. Під час проведення статистичного аналізу використовуються різноманітні статистичні методи. Одним з таких методів є вибірковий. Вибіркове спостереження має ряд переваг порівняно із суцільним. Його застосування дає змогу зберегти трудові, матеріальні засоби і кошти, провести спостереження в стислі строки і за ширшою програмою, отримати кінцеві результати дослідження за коротший час. При вивченні певного кола соціально-економічних явищ вибіркове спостереження єдино можливе. Тому проблема застосування вибіркового методу при прогнозуванні соціально-економічних явищ з урахуванням необхідності отримання оцінок показників відповідної надійності є актуальною для сучасної науки та практики. За допомогою вибіркового методу мною було проведене прогнозування стипендіального фонду і необхідної кількості місць у гуртожитку. Для цього було здійснено вибіркове обстеження 78 студентів фізико-математичного факультету, а саме групи "Соціальна інформатика" II–V курсів, що становить 19,5% від студентів факультету. А також було обстежено 94 студенти фізико-математичного факультету, а саме групи "Соціальна інформатика" I–V курсів, що становить 23,5% від студентів факультету з метою визначення тих, хто має потребу в гуртожитку. За результатами дослідження з деякою імовірністю, враховуючи вибіркові дані, можна зробити наступні висновки: при прогнозуванні стипендіального фонду

для фізико-математичного факультету, кількість студентів, котрі отримують стипендію коливається в межах від 138 до 220 чоловік; при прогнозуванні необхідної кількості місць у гуртожитку кількість студентів ,які не проживають у Ніжині коливається в межах від 67 до 129 чоловік. Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в тому, що сформульовані висновки за результатами здійснених досліджень та проведених розрахунків можна використати при плануванні на наступний рік стипендіального фонду. А визначення частки студентів, що не проживає в Ніжині дозволяє раціонально спланувати й розподілити місця в гуртожитках, щоб максимально забезпечити студентів житлом.

МЕТОД МАКСИМАЛЬНОЇ ВІРОГІДНОСТІ В ТЕОРІЇ ТЕСТУВАННЯ

Примаченко А.Г.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: pag@uacity.com

Досліджується схема тестування n учасників з різним рівнем підготовленості θ_i (i = 1, 2, ... , n), кожному з яких пропонується один і той же варіант тесту, що складається з k завдань різної складності δ_j (j = 1, 2, ... , k). Результат виконання кожного завдання оцінюється за дихотомічною шкалою: 1, якщо завдання виконано правильно, і 0, якщо завдання виконано невірно. Спостережувана матриця відповідей $A=(a_{ij})$ розмірності $n\times k$ є реалізацією матриці $A^*=(a_{ij}^*)$ з випадковими елементами a_{ij}^*. Ймовірність кожного можливого значення ($a_{ij}=1$ або $a_{ij}=0$) є функцією рівня підготовленості i-го учасника та складності j-го завдання $p_{ij}=p(\theta_i,\delta_j)$ і у логістичній моделі Раша має вигляд: $p_{ij}=p\{a_{ij}\big|(\theta_i,\delta_j)\}=\exp[a_{ij}(\theta_i-\delta_j)]\cdot[1+\exp(\theta_i-\delta_j)]^{-1}$.

Для оцінки латентних параметрів θ_i та δ_j за відомою матрицею відповідей $A=(a_{ij})$ можна використати метод максимальної вірогідності, запропонований у 1912 році англійським статистиком Р.Фішером [1, ст. 285]. Відомо, що оцінки, отримані за методом максимальної вірогідності, є слушними, асимптотично незміщеними та асимптотично ефективними. Функція вірогідності L у даному випадку залежить від невідомих θ_i та δ_j і дорівнює добутку ймовірностей для всіх можливих значень i та j:

$$L(\theta_i,\delta_j)=\prod_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{k}p\{a_{ij}\big|(\theta_i,\delta_j)\}=\exp\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}a_{ij}(\theta_i-\delta_j)\right]\cdot\left[\prod_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{k}\left(1+\exp(\theta_i-\delta_j)\right)\right]^{-1}.$$

Значення θ_i^* та δ_j^*, при яких функція L досягає максимуму, будуть точковими оцінками максимальної вірогідності невідомих параметрів θ_i та δ_j. Далі зручно досліджувати функцію $\ln L$, оскільки вона досягає максимуму при тих же значеннях аргументу, що і L:

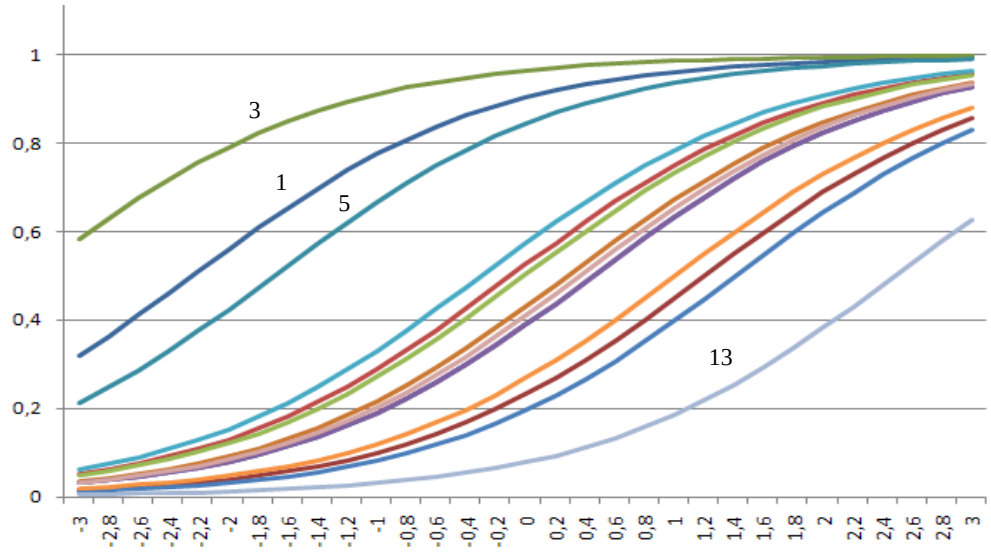
$$\ln L = \sum_{i=1}^{n} b_i \theta_i - \sum_{j=1}^{k} c_j \delta_j - \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k} \ln\left(1 + \exp(\theta_i - \delta_j)\right).$$

Тут позначено суми $b_i = \sum_{j=1}^{k} a_{ij}, i = 1,2,...,n$ та $c_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}, j = 1,2,...,k$, які називаються первинними балами i-го учасника та j-го питання. Вони легко обчислюються за відомою матрицею відповідей $A = (a_{ij})$ і є достатніми статистиками спостережуваних значень. Прирівнюючи до нуля частинні похідні по θ_i та δ_j функції $\ln L$, отримаємо систему $(n+k)$ нелінійних рівнянь з $(n+k)$ невідомими, яка називається системою вірогідності:

$$\begin{cases} b_i - \sum_{j=1}^{k} \exp(\theta_i - \delta_j) \cdot \left(1 + \exp(\theta_i - \delta_j)\right)^{-1} = 0, \quad i = 1,2,\ldots n \\ -c_j + \sum_{i=1}^{n} \exp(\theta_i - \delta_j) \cdot \left(1 + \exp(\theta_i - \delta_j)\right)^{-1} = 0, \quad j = 1,2,\ldots k \end{cases}$$

Розмірність даної системи можна зменшити, якщо врахувати, що різні оцінки параметра θ_i можуть відповідати лише різним первинним балам. Оскільки первинні бали можуть набувати значень $0,1,2,\ldots k$, то можна з перших n рівнянь вилучити однакові рівняння, а у наступних рівняннях згрупувати доданки з однаковими значеннями θ_i. Залишиться система $2k+1$ рівнянь, структура якої дозволяє почергово знаходити наближення θ_i та δ_j за ітераційним методом дотичних [2, ст. 48].

У даній роботі вказаний метод реалізований в середовищі MathCAD. Для прикладу отримано оцінки складності 14 завдань з теорії ймовірностей та математичної статистики, на які відповідали 48 студентів. Для кожного завдання за обчисленими значеннями складності δ_j* побудовані характеристичні криві. Аналіз кривих дозволяє вдосконалити тест та виявити



завдання, які бажано з тесту вилучити. Наприклад, завдання 3, 1 та 5 вирізняються у тесті своєю легкістю, завдання 13 занадто складне. Після

вилучення цих завдань для збалансування тесту бажано додати завдання середньої складності, значення параметра δ для яких знаходилось би у межах від 0,2 до 1 логіта.

Література

1. Челышкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. – М.: Логос, 2002. – 432 с.

2. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М.: Прометей, 2000. – 168 с.

ОСНОВНІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМИ РІВНЯННЯМИ

Романенко Л.В.
Ніжинський державний університет імені М. Гоголя
E-mail: Illarida@mail.ru

Зазначимо, що теорія екстремальних задач була предметом дослідження ще з давніх часів. Заснування у 823 році до н.е. Карфагена (міста-держави на території сучасного Тунісу) пов'язують із відомою легендою про те, що фінікійській царівні Дідоні – засновниці Карфагена, було дозволено взяти для цього територію, яку вона може оточити шкурою бика. Хитрощі, до яких вдалася Дідона, дають нам приклад постановки і розв'язку оптимізаційної задачі про плоску криву, яка охоплює фігуру найбільшої площі. Про деякі екстремальні задачі писали Арістотель, Евклід, Архімед. Починаючи із XVII ст., розвиваються варіаційні методи дослідження екстремальних задач. Одним із перших є відомий принцип Ферма, про траєкторію, по якій світло проходить від однієї точки до іншої за найкоротший час. Із оптимізаційними задачами зустрічаються учні школи. Це задачі про найбільшу площу при заданому периметрі, найменші витрати матеріалу тощо, які розв'язують за допомогою похідної. На сьогодні є багато методів розв'язання оптимізаційних задач, вони є предметом дослідження варіаційного числення, математичного програмування, випуклого аналізу.

Постановка будь-якої конкретної задачі оптимального управління включає в себе наступне: математичну модель керованого об'єкта; мету управління (так званий критерій якості); певні обмеження на стан (траєкторію системи) управління, тривалість процесу управління та інше, при яких має бути забезпечена мета управління.

У пропонованій статті наведемо постановку трьох основних задач оптимального управління, якщо математичною моделлю процесу є диференціальне рівняння (система диференціальних рівнянь):

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u), \qquad t \in [t_0, T] \tag{1}$$

Критерій якості формально записують як вимогу мінімізувати певний функціонал $\boldsymbol{J}$, що залежить від управління $\boldsymbol{u}$ і траєкторії $x(t)$

$$J = \int_{t_0}^{T} F(t, x(t), u)dt + \varphi(T, x(T)) \to \min , \qquad (2)$$

де F і φ – відомі (задані) скалярні функції.

Розв'язати задачу оптимального управління означає знайти таку функцію ***u*** (закон управління), що задовольняє певні умови і при якій досягається мінімум функціонала ***J*** або ж встановити умови існування оптимального управління. Задачу знаходження найбільшого значення функціонала завжди можна замінити задачею знаходження найменшого значення функціоналу, оскільки $\max J[u] = -\min\{-J[u]\}$.

Задача (1) – (2) називається задачею Больца. Якщо $F \equiv 0$, то задача називається задачею Майєра, а якщо $\varphi \equiv 0$, то – задачею Лагранжа. Задачі Лагранжа і Больца, у свою чергу, можна звести до задачі Майєра.

Розглянемо систему диференціальних рівнянь (1), де $\dot{x} = \dfrac{dx}{dt}$, $f(t, x, u) = \{f_1(t, x, u), ..., f_n(t, x, u)\}$ – вектор-функція, визначена для всіх $t \in [t_0, T]$, $x \in R^n$, $u \in R^m$. Зазначимо, що змінна t (час) може бути як фіксованою (в одних задачах), так і не фіксованою (в інших). Крім цього припускаємо, що права частина системи (1) така, що задача Коші

$$\begin{cases} \dot{x} = f(t, x, u_0(t)) \\ x\big|_{t=t_0} = x_0 \end{cases} \qquad (3)$$

при кожній кусково-неперервній вектор-функції $u = u_0(t)$ має єдиний розв'язок $x = x_0(t)$, визначений для всіх $t \in [t_0, T]$. Для цього досить вважати, наприклад, що вектор-функція $f(t, x, u)$ є неперервною і задовольняє умову Ліпшиця за змінною x.

На кожній кусково-неперервній на відрізку $[t_0, T]$ вектор-функції управління $u = u(t)$ і на відповідному розв'язку $x = x(t)$ задачі Коші (3) визначений функціонал

$$J[u] = \int_{t_0}^{T} F(t, x(t), u(t))dt . \qquad (4)$$

Задача Лагранжа. Знайти кусково-неперервну на відрізку $[t_0, T]$ вектор-функцію $u = u_0(t)$ таку, щоб при підстановці у функціонал (4) разом з розв'язком $x = x_0(t)$ відповідної задачі Коші (3) цей функціонал набував найменшого значення, тобто виконувалася рівність

$$\min \int_{t_0}^{T} F(t, x(t), u(t))dt = \int_{t_0}^{T} F(t, x_0(t), u_0(t))dt \qquad (5)$$

Тепер розглянемо наступний функціонал

$$J[u] = \varphi(x(T)), \qquad (6)$$

де $\varphi(x)$ деяка задана функція.

Задача Майєра. Знайти кусково-неперервну на відрізку $[t_0, T]$ вектор-функцію $u = u_0(t) \in U$ таку, що на відповідному розв'язку $x = x_0(t)$ задачі Коші (3) функціонал (6) набуває найменшого значення.

Задача Больца. Знайти кусково неперервну на відрізку $[t_0, T]$ вектор-функцію $u = u_0(t) \in U$ таку, щоб при підстановці у функціонал

$$J[u] = \varphi(x(T)) + \int_{t_0}^{T} F(t, x(t), u(t))dt \qquad (7)$$

разом з розв'язком $x = x_0(t)$ відповідної задачі Коші (3) він набував найменшого значення.

Зауваження 1. *Якщо функція φ залежить ще й від t ($\varphi = \varphi(t, x)$), то функціонали (6) і (7), відповідно, матимуть вигляд*

$$J[u] = \varphi(T, x(T)), \qquad J[u] = \varphi(T, x(T)) + \int_{t_0}^{T} F(t, x(t), u(t))dt.$$

Зауваження 2. *Якщо до системи рівнянь (1) додати ще одну змінну, а саме $x_{n+1}(t) = \int_{t_0}^{t} F(s, x(s), u(s))ds$,то із задачі Больца отримаємо задачу Майєра*

$$\begin{cases} \dot{x} = f(t, x, u), \\ \dot{x}_{n+1} = F(t, x, u), \\ x\big|_{t=t_0} = x_0, x_{n+1}\big|_{t=t_0} = 0, \end{cases} \qquad (1.7)$$
$$J[u] = \varphi(T, x(T)) + x_{n+1}(T) \to \min$$

Література

1. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. – М., 1972. – 432 с.

2. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. – К., 2003. – 380 с.

ПОСТРОЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРА-ВИНЕРА ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ЭВОЛЮЦИОННЫХ ОПЕРАТОРОВ

Шпак Д.С.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

E-mail: kamellia07@mail.ru

Пусть $X = D_+$ – пространство финитных слева бесконечно дифференцируемых функций на числовой оси. Зафиксируем натуральные числа μ, ν и n. Рассмотрим X^ν – ν-степень пространства X. Через $x^{\otimes\alpha} = x_1^{\otimes\alpha_1} \otimes x_2^{\otimes\alpha_2} \otimes ... \otimes x_\nu^{\otimes\alpha_\nu}$ обозначается тензорная степень мультииндекса $\alpha=(\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_\nu)$ вектор-функций $x=(x_1,x_2,...,x_\nu) \in X^\nu$, а через S_n обозначается

оператор сокращения переменных степени n: $S_n f(t_1,t_2,\ldots,t_n)=f(t,t,\ldots,t)$ т.е. оператор, который функцию от n переменных переводит в функцию от одной переменной, где f - μ-мерная вектор-функция на пространстве R^n.

Эволюционным оператором кратности (ν, μ) называется оператор A, определяемый равенством

$$Ax=\sum_{\alpha\neq 0} S_{|\alpha|}(a_\alpha * x^{\otimes\alpha}), \qquad x=(x_1,x_2,\ldots,x_\nu)\in X^\nu$$

где суммирование проводится по не равным нулю мультииндексам $\alpha=(\alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_\nu)$, а символом "*" обозначается операция свертки.

Эволюционный оператор кратности (1, 1) называется оператором Вольтерра – Винера, т.е. оператор $Ax=\sum_{n=1}^{+\infty} S_n(a_n * x^{\otimes n})$ – эволюционный оператор Вольтерра – Винера.

Используя композицию оператора A Вольтерра-Винера

$$Ax=\sum_{n=1}^{+\infty} S_n(a_n * x^{\otimes n}), \qquad (x\in X)$$

и полиномиального оператора B Вольтерра-Винера степени r

$$Bx=\sum_{m=1}^{+\infty} S_m(b_m * x^{\otimes m}), \qquad (x\in X)$$

определим квазиобратный оператор.

Оператор C является композицией операторов A и B, т.е. $C=B°A$, а оператор F является композицией операторов B и A, т.е. $F=A°B$, причем операторы C и F - это операторы Вольтерра-Винера.

Если оператор C запишем в следующем виде: $C=C_1+C_2+\ldots+C_n$, а оператор F: $F=F_1+F_2+\ldots+F_n$, то при $C_1=I$, $F_1=I$, $C_n=0$, $F_n=0$, $2\le n\le r$ будем иметь:

$$C=I+\sum_{n=r+1}^{+\infty} C_n, \tag{2}$$

$$F=I+\sum_{n=r+1}^{+\infty} F_n. \tag{3}$$

Если выполняется равенство (2), то оператор B называется левым квазиобратным степени r к оператору A, а если выполняется равенство (3), то B – правый квазиобратный оператор степени r к оператору A. Когда же одновременно выполнены и первое, и второе условия, то оператор B называется квазиобратным степени r к оператору, т.е. он одновременно является левым и правым квазиобратным степени r к оператору A.

Пусть A и B – операторы Вольтера-Винера:

$$Ax=\sum_{n=1}^{+\infty} S_n(a_n * x^{\otimes n}), \quad (x\in X)$$

$$By=\sum_{m=1}^{+\infty} S_m(b_m * y^{\otimes m}), \quad (y\in X).$$

Рассмотрим композицию операторов $B\circ A=A\circ B=A(By), \quad (y\in X)$. (1)

Рассмотрим оператор A следующего вида:

$$Ax=A_1x+A_2x^2, \qquad (2)$$

а оператор B представим в виде суммы: $By=B_1y+B_2y^2+B_3y^3+B_4y^4+\ldots+B_ny^n$.

Для сокращения записи введём следующие обозначения: $x_1=B_1y$, $x_2=B_2y^2$, $x_3=B_3y^3$, $x_4=B_4y^4$,…, $x_n=B_ny^n$. Следовательно, $x=By$.

Тогда из равенства (1) получаем $A°B=A(By)=A(x_1+x_2+x_3+x_4+\ldots+x_n)$. Учитывая равенство (2), композицию A°B можно записать в виде

$$A(x_1+x_2+x_3+x_4+\ldots+x_n)=$$
$$=A_1(x_1+x_2+x_3+x_4+\ldots+x_n)+A_2(x_1+x_2+x_3+x_4+\ldots+x_n,\ x_1+x_2+x_3+x_4+\ldots+x_n)=$$
$$=A_1x_1+\ldots+A_1x_n+A_2(x_1,x_1)+A_2(x_1,x_2)+\ldots+A_2(x_n,x_n)=y.$$

Так как оператор B – квазиобратный оператор к оператору A, то полученное равенсто равносильно следующей системе уравнений.

$$\begin{cases} A_1x_1=y, \\ A_1x_2+A_2x_1^2=0, \\ A_1x_3+2A_2(x_1,x_2)=0, \\ \ldots \\ A_1x_n+2A_2(x_1,x_{n-1})+2A_2(x_2,x_{n-2})+\ldots+A_2(x_{\frac{n}{2}},x_{\frac{n}{2}})=0, \textit{если}\quad n-\textit{четное} \\ A_1x_n+2A_2(x_1,x_{n-1})+2A_2(x_2,x_{n-2})+\ldots+A_2(x_{\frac{n+1}{2}},x_{\frac{n-1}{2}})=0, \textit{если}\quad n-\textit{нечетное} \end{cases}$$

Из данной системы последовательно находим x_1, x_2, x_3, x_4, …, x_n.

$$\begin{cases} x_1=A_1^{-1}y, \\ x_2=-A_1^{-1}A_2x_1^2, \\ x_3=-2A_1^{-1}A_2(x_1,x_2), \\ \ldots \\ x_n=-2A_1^{-1}A_2(x_1,x_{n-1})-2A_1^{-1}A_2(x_2,x_{n-2})-\ldots-A_1^{-1}A_2(x_{\frac{n}{2}},x_{\frac{n}{2}}), \textit{если}\quad n-\textit{четное} \\ x_n=-2A_1^{-1}A_2(x_1,x_{n-1})-2A_1^{-1}A_2(x_2,x_{n-2})-\ldots-A_1^{-1}A_2(x_{\frac{n+1}{2}},x_{\frac{n-1}{2}}), \textit{если}\quad n-\textit{нечетное} \end{cases}$$

Таким образом, получены формулы вычисления компонент квазиобратных эволюционных операторов для класса квадратных эволюционных операторов вида $Ax=A_1x+A_2x^2$.

ЕЛЕМЕНТАРНА ТА ВИЩА МАТЕМАТИКА І МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТОХАСТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Беба О.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: sky.20@mail.ru

Нині одна з основних проблем математики полягає в тому, щоб забезпечити міцне і свідоме оволодіння учнями системою математичних знань і вмінь, необхідних їм у повсякденному житті, достатніх для вивчення суміжних дисциплін і продовження освіти. В зв’язку з цим постає необхідність забезпечити глибоке розуміння учнями основних тем розділу "Елементи стохастики".

Для успішної реалізації поставлених цілей (дидактична, розвивальна, виховна) [1] доцільно використовувати історичний підхід (історія формування, наприклад, теорії ймовірностей як науки від найперших спостережень до найглобальніших досягнень), міжпредметні зв’язки з суміжними науками – біологією, фізикою, хімією (третій закон Менделя, обчислення маси тіл, координати центру мас).

Досліджуємо один із основних принципів дидактики – наступність вивчення елементів стохастики між початковою, основною та старшою школами, а також пропедевтику стохастичної лінії в основній школі, зокрема розглядаємо поняття можливої, неможливої, випадкової, рівноможливої, рівноймовірної події, тести для перевірки тощо. Наприклад, визнач випадкові події: завтра буде хороша погода, контрольну роботу з математики напишу на 5, після зими настане осінь, на кубику випаде 7.

З аналізу науково-методичної літератури, програми, нині діючих підручників виявлено, що задачі носять переважно формальний характер. Надаємо перевагу задачам прикладного напрямку, в яких реалізовується метод "зв’язку науки з життям". З метою індивідуалізації навчання розглядаємо проблему структурування і вивчення навчального матеріалу в умовах диференціації навчання. Нами розроблено ряд задач різних рівнів: початкового, середнього , достатнього, високого (Задача: Скільки прапорів можна утворити з трьох горизонтальних смуг блакитного, червоного та білого кольору? Прапори яких країн містять такі кольори?).

З метою реалізації принципу наочності та підвищення інтересу до навчання використовуємо такі засоби навчання : таблиці, схема розв'язування комбінаторних задач, фото відомих математиків, електронний урок на тему "Перестановки", бесіда "Вступ до теорії ймовірностей" тощо.

Понятійний апарат даного розділу сприяє успішному розв'язанню завдань сучасної математичної освіти, а саме формуванню ймовірнісно-статистичного мислення.

Література

1. Програма з математики для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів //www.mon.gov.ua

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

Білоус О.А., Сиротенко В.С.
Сумський державний університет
E-mail: eabelous@mail.ru

Вивчення розділів вищої математики в рамках інженерних та математичних спеціальностей університету формує фундамент для подальшого оволодіння студентом професійними дисциплінами. Вища математика знайомить з потужним математичним апаратом диференціального та інтегрального числення, формує вміння логічно мислити, розвиває інтелект майбутнього фахівця.

Для отримання стійких навичок розв'язку задач з різних розділів математики необхідно зосередитись на суті питання, не відволікаючи увагу на другорядні питання, на виконання різних перетворень та розрахунків. Крім того, для того щоб навчитися розв'язувати задачі, необхідно самостійно виконати всі етапи розв'язку, і іноді на це необхідно багато часу. Дуже часто, по цим причинам студенти із-за браку часу, або лінощів не розв'язують задачі до кінця, а значить не отримують необхідні навички. Отже, коло математичних задач, що розпадаються на декілька складових, достатньо велике, тому частина рутинної роботи, допоміжних обчислень може бути виконана з підтримкою програмного забезпечення.

Перехід до кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вишах в рамках Болонської угоди передбачає виділення значного обсягу часу на самостійне вивчення матеріалу. Зменшення аудиторної роботи призвело до спрощення алгоритму розв'язку, нехтуванню деякими етапами розв'язку, відмову від якісних графічних ілюстрацій, тощо. В таких умовах відповіді залишаються без аналізу, проміжні результати не обговорюються, часто відсутня графічна частина, фактично знижується якість навчання. Деякі важливі та цікаві задачі (наприклад, розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь, дослідження функції та побудова її графіка, перевірка статистичних гіпотез та інші) мають настільки трудомісткі та громіздкі розв'язки, що викладач не може запропонувати їх студентам підчас аудиторного заняття,

частина матеріалу виноситься на самостійну роботу. В результаті у студентів залишаються ″білі плями″ з цієї тематики.

На наш погляд саме відповідний програмний продукт в даній ситуації буде у нагоді. Сучасне методичне забезпечення математичної дисципліни повинно складатися з комплексу ″ книга + дискета ″, який надає різноманітне спілкування – від пасивного читання і конспектування, до діалогу з комп'ютерною програмою. Такий програмний пакет в процесі роботи значно економить час студента, виконує за нього нудну роботу і допомагає концентруватися на розв'язку задачі.

Для вирішення всіх цих питань студентам необхідна ефективна інформаційна підтримка. Це інформаційні програмні пакети з мережі Internet, та власні програмні розробки.

ВПЛИВ САМОКОНТРОЛЮ НА ПРОЯВ ПІЗНАВАЛЬНОЇ САМОСТІЙНОСТІ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Захарченко Н.М., Лопатка Р.І.
Сумський державний університет
E-mail: zacharchenkoN@mail.ru

При вивченні вищої математики роль самоконтролю нерідко трактують дуже вузько, а саме, як самостійне виправлення своїх помилок. Та це лише одна з притаманних йому властивостей. **Основною ж функцією самоконтролю є самоуправління людиною своєю діяльністю та поведінкою.** Під час внутрішнього контролю студент здійснює розумові й практичні дії по порівнянню, зіставленню, самооцінці, корегуванню й удосконаленню своєї роботи. При розв'язуванні задач самоконтроль охоплює всі етапи діяльності студента від аналізу умови до завершального аналізу й перевірки результату. Дія самоконтролю направлена на осмислення структури своєї діяльності, на передбачення появи помилок, на контроль за своїми діями та корекцію поетапних й остаточних результатів.

У залежності від мети та виду діяльності в математиці застосовують три напрямки самоконтролю: попередній, корегуючий (поточний) та підсумовуючий (заключний).

Попередній самоконтроль направлений на уявлення та осмислення майбутньої роботи, вибір необхідних дій, уявну актуалізацію загальної схеми розв'язування задачі. Його здійснення є показником ступеня розвитку у студентів уміння планувати, готовності обґрунтовувати життєздатність складеної програми дій. Такий контроль доречний на початку вивчення модуля чи теми.

Корегуючий самоконтроль – це самоконтроль за ходом розв'язування завдання. Найчастіше – це аналіз та оцінка послідовності виконуваних дій, їх змісту, відповідність до плану, перевірка правильності висновків окремих операцій, прогнозування результату. Поточний самоконтроль – це самокон-

троль у ході проведення практичних занять, виконання індивідуальних домашніх робіт.

Підсумовуючий самоконтроль спрямований на перевірку кінцевого результату та осмислення ходу розв'язування. Він проводиться на етапі завершального аналізу розв'язання і передбачає реалізацію всіх типів контролю. Такий вид самоконтролю допоможе студентам при підготовці до заліків та іспитів.

Наведений вище короткий аналіз функцій самоконтролю доводить необхідність розвитку цієї риси характеру у студентів, які вивчають вищу математику. На жаль, їх, як правило, не вчать методів, прийомів, форм самоконтролю та самооцінки, що в результаті приводить до не сформованості в особистості розвинених форм рефлексії своєї діяльності та поведінки, без якої неможливе повноцінне входження людини в життя суспільства.

ФОРМУВАННЯ ЕВРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Клименко І.М.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: iryna_klymenko-2011@mail.ru

Виховання освіченої творчої особистості – одне з пріоритетних завдань реформування освіти в нашій країні.

Особливо актуальним стає завдання включення учнів до творчої діяльності, яка б сприяла розвитку творчих здібностей учнів. Такими, зокрема, є інтелектуально-евристичні здібності, які в більшій мірі, ніж інші, беруть участь у створенні нового творчого продукту.

Проблемі евристичної діяльності в навчанні математики приділяли увагу такі сучасні математики і методисти, як Г.Д.Балк, М.І.Бурда, Б.В.Гнєденко, С.Г.Губа, Г.В.Дорофєєв, П.М.Ерднієв, І.І.Зільберберг, Ю.М.Колягін, Т.М.Міракова, А.Д.Мишкіс, Ю.О.Палант, Дж.Пойа, Г.І.Саранцев, Е.Е.Семенов, О.І.Скафа, З.І.Слєпкань, Є.Н.Турецький, Л.М.Фрідман, С.І.Шапіро та інші.

Аналіз науково-методичних праць та практичного стану проблеми дослідження свідчать про те, що питання формування евристичної діяльності старшокласників саме в процесі навчання алгебри та початків аналізу розроблено недостатньо. Потребують ґрунтовних досліджень всі ланки методичної системи, зокрема, засоби організації та управління евристичною діяльністю.

Поряд з традиційними засобами навчання алгебри і початків аналізу пропонуємо включити в методичну систему Евристико-дидактичні конструкції, аналізуємо їх можливості для формування евристичної діяльності учнів, пропонуємо рекомендації щодо їх використання в процесі формування понять, вивчення тверджень, розв'язування евристичних задач.

Серед комп'ютерних програм із системи ЕДК використовуємо програми актуалізації знань ("Тест-корекція", "Задача-софізм" та "Задача-метод"). Під ЕДК ми розуміємо систему логічно пов'язаних навчальних проблем (евристичні

задачі або навчальні комп'ютерні програми), які в сукупності з евристичними питаннями, вказівками та мінімумом навчальної інформації дають змогу учням (переважно без допомоги ззовні) відкрити нові знання про об'єкт дослідження, спосіб чи засіб евристичної діяльності [1].

Нами розроблені відповідні програми для вивчення основних змістовних ліній курсу алгебри і початків аналізу, застосування яких сприяє створенню сприятливого мікроклімату для творчої співпраці; застосування діалогових форм навчання: учень-учитель, учень-підручник, учень-комп'ютер, залученню учнів до самостійної роботи, самоаналізу, навчальної діяльності.

Література

1. Скафа О.І. Комп'ютерно-орієнтовані уроки в евристичному навчанні математики : навч.-метод. посібник. – Донецьк: Вебер, 2009.

ЛІНІЙНІ ОДНОРІДНІ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ПАРАМЕТРОМ ТА ОСОБЛИВОЮ ТОЧКОЮ

Майдан І.М., Чорненька О.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-nail:bionika9@mail.ru

Вивчається питання про побудову загального асимптотичного розв'язку лінійної однорідної системи диференціальних рівнянь вигляду

$$\varepsilon^h \frac{dz}{dx} = x^g A(x,\varepsilon)z \qquad (1)$$

з іррегулярною особливою точкою $x=\infty$, де $z(x,\varepsilon)$ – шуканий n-вимірний вектор, ε – малий дійсний параметр, $0<|\varepsilon|<\varepsilon_0$, x – незалежна змінна, $|x|\ge a$, $h>0$ і $g\ge 0$; $A(x,\varepsilon)$ – квадратна матриця n-го порядку

$$A(x,\varepsilon)=A_{00}+\varepsilon A_{10}+x^{-1}A_{01}. \qquad (2)$$

Дослідження таких систем за умови, що матриця $A(x,\varepsilon)$ допускає асимптотичне розвинення вигляду $A(x,\varepsilon)=\sum_{s=0}^{\infty}\sum_{k=0}^{\infty}\varepsilon^k x^{-s}A_{sk}$, наведено в роботах [1–5]. Відповідно в [1] здійснено асимптотичне розщеплення системи (1) на підсистеми меншої розмірності, у роботі [2] описано побудову асимптотичних розв'язків у випадку простого спектра граничного оператора, дослідження [3 – 5] присвячені ґрунтовному вивченню питання побудови загального асимптотичного розв'язку системи (1) у випадку кратного спектра матриці A_{00}.

У даній роботі наведено основні результати стосовно побудови загального асимптотичного розв'язку системи (1), (2) за умови, що гранична матриця A_{00} має одне власне значення λ_0 кратності n, якому відповідає один елементарний дільник такої самої кратності; φ – відповідний власний вектор матриці A_{00}, ψ – елемент нуль-простору матриці $(A_{00}-\lambda_0 E)^*$.

Застосовуючи методику, описану в [3, 4], доведено наступну теорему.

Теорема. Для того, щоб вектор

$$z(x,\varepsilon)=u(x,\varepsilon)\exp\left(\varepsilon^{-h}\int_{x_0}^{x}x^{g}\left(\lambda_0+\lambda(x,\varepsilon)\right)dx\right)$$

був формальним розв'язком системи (1), необхідно і достатньо, щоб функція $\lambda(x,\varepsilon)$ формально задовольняла рівняння

$$\lambda^n+\sum_{r+s=1}^{\infty}L_{0rs}\varepsilon^r x^{-s}+\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{r+s=1}^{\infty}L_{krs}[\lambda^k]\varepsilon^r x^{-s}=0, \tag{3}$$

де операторні функції $L_{krs}[\lambda^k]$ визначаються виразами

$$L_{0rs}=\sum_{q=1}^{r+s}(-1)^q\left(\left(\widetilde{P}_{0,r,s}(H,HA_{10},HA_{01})+\widetilde{R}_{0+p_1,r-p_1h,s-p_1g}(H,HA_{10},HA_{01})\right)\varphi,\psi\right),\ r+s\geq 1,$$

$$L_{krs}[\lambda^k]=\sum_{i=0}^{\left[\frac{r+s-1}{g+h}\right]}D^i\left[\lambda^k\right]\left[\sum_{q=0}^{r+s-i(h+g)}(-1)^q\left(\left(\widetilde{P}_{i+k,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})+\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.+\widetilde{R}_{(i+k)+p_1,r-(i+p_1)h,s-(i+p_1)g-p_1}(H,HA_{10},HA_{01})\right)\varphi,\psi\right)\right],\ r+s\geq 1,\ k\geq 1. \tag{4}$$

Відповідна вектор-функція $u(x,\varepsilon)$ зображується у вигляді розвинення

$$u(x,\varepsilon)=\varphi+\sum_{r+s=1}^{\infty}\widetilde{L}_{0rs}\varphi x^{-r}\varepsilon^s+\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{r+s=0}^{\infty}\widetilde{L}_{krs}[\lambda^k]\varphi x^{-r}\varepsilon^s,$$

коефіцієнти якого визначаються за формулами

$$\widetilde{L}_{0rs}=\sum_{q=1}^{r+s}(-1)^q\left(\left(P_{0,r,s}(H,HA_{10},HA_{01})+R_{0+p_1,r-p_1h,s-p_1g}(H,HA_{10},HA_{01})\right)\varphi,\psi\right),\ r+s\geq 1,$$

$$\widetilde{L}_{krs}[\lambda^k]=\sum_{i=0}^{\left[\frac{r+s-1}{g+h}\right]}D^i\left[\lambda^k\right]\left[\sum_{q=0}^{r+s-i(h+g)}(-1)^q\left(\left(P_{i+k,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})+\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.+R_{(i+k)+p_1,r-(i+p_1)h,s-(i+p_1)g-p_1}(H,HA_{10},HA_{01})\right)\varphi,\psi\right)\right],\ r+s\geq 1,\ k\geq 1. \tag{5}$$

У виразах (4), (5) символом $P_{i+k,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})$ позначено суми всіх можливих добутків $i+k$ матриць H, $r-ih$ множників HA_{10} та $s-ig$ множників HA_{01} такі, що

$$P_{i+k,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})=HP_{i+k-1,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})+HA_{10}P_{i+k,r-ih-1,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01})+$$
$$+HA_{01}P_{i+k,r-ih,s-ig}(H,HA_{10},HA_{01}).$$

Відповідно символом $D^i[\lambda^k]$ позначено суму всіх можливих добутків i операторів $D_s=\left(\frac{d}{dx}-sgx^{-1}\right)$, що діють на k функцій λ, останнім записом в усіх доданках має бути λ. У кожному доданку цієї суми індекс s пробігає значення від $i-1$ до нуля починаючи зліва,

Вираз $R_{(i+k)+p_1,r-(i+p_1)h,s-(i+p_1)g-p_1}(H,HA_{10},HA_{01})$ – це сума добутків $i+k+p$ матриць H, $r-(i+p_1)h$ множників HA_{10} та $r-(i+p_1)g-p_1$

множників $HA_{01}, \left(p_1 = \min\left\{ \left[\frac{r-ih}{h} \right], \left[\frac{s-ig}{g+1} \right] \right\} \right)$, що обчислюється за рекурентними формулами:

при $p_1 = 1$

$$R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) = (1-\delta_{i,0})HR_{(i+k-1)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) +$$
$$+ HA_{10}R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h-1, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) + HA_{01}R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p-1_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) +$$
$$(s-(g+1))HP_{(i+k)+p-1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}),$$

при $p_1 \geq 2$

$$R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) = (1-\delta_{i,0})HR_{(i+k-1)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) +$$
$$+ HA_{10}R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h-1, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) + HA_{01}R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p-1_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) +$$
$$(s-(g+1))HR_{(i+k)+p_1-1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}).$$

Крім того, $R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) = 0$, якщо $s-(i+p_1)g-p_1 = 0$, $p_1 = 0$.

Тоді

$$P_{i+k, r-ih, s-ig}(H, HA_{10}, HA_{01}) = H\tilde{P}_{i+k, r-ih, s-ig}(H, HA_{10}, HA_{01}),$$
$$R_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}) = H\tilde{R}_{(i+k)+p_1, r-(i+p_1)h, s-(i+p_1)g-p_1}(H, HA_{10}, HA_{01}).$$

Проводячи детальне вивчення коефіцієнтів (4) рівняння розгалуження (3) із застосуванням просторового аналогу діаграм Ньютона [6], можна визначити вигляд подвійного розвинення для шуканої скалярної функції $\lambda(x, \varepsilon)$ та вектор-функції $u(x, \varepsilon)$. Застосовуючи цю методику, проведено також повне дослідження питання побудови загального розв'язку системи (1) із заданою матрицею (2) при $n = 2$.

Література

1. Сотниченко Н.А. Асимптотическое интегрированние дифференциальных уравнений / Сотниченко Н. А., Фещенко С. Ф. – К., 1980. – 48 с. (Препр. / АН УССР. Ин-т математики; 80.3).

2. Давидюк Г.П. Асимптотическое интегрирование сингулярно возмущенных систем дифференциальных уравнений с иррегулярной особой точкой: автореф. дисс. на соискание науч. ст. канд. физ.-мат. наук : спец. 01.01.02. "Дифференциальные уравнения" / Г. П. Давидюк. – Киев, 1983. – 14 с.

3. Головченко О. В. Побудова загального розв'язку сингулярно збуреної лінійної системи диференціальних рівнянь з іррегулярною особливою точкою / О. В. Головченко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 1 "Фізико-математичні науки". – 2007. – Вип. 8. – С. 66–81.

4. Головченко О. В. Побудова розв'язків лінійних систем з особливою точкою та параметром / О. В. Головченко, В. П. Яковець // Труды ИПММ НАН Украины. – 2007. – № 15. – С. 40–49.

5. Яковець В. П. Асимптотичні розв’язки сингулярно збуреної лінійної системи диференціальних рівнянь з іррегулярною особливою точкою / В. П. Яковець, О. В. Головченко // Нелінійні коливання. – 2009. – Т. 12, № 3. – С. 417–432.

6. Айзенгендлер П. Г. Метод диаграм Ньютона для уравнений с несколькими малыми параметрами и его приложения / П. Г. Айзенгендлер. – Псков, 1989. – 52 с. – Деп. в ВИНИТИ 30.10.1989, № 6852-89.

РАДІАН І ОДИНИЧНЕ КОЛО В МЕТОДИЧНІЙ СИСТЕМІ ВИВЧЕННЯ ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ЧИСЛА

Марчукова Ю.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: vfhxerjdf@ukr.net

Вивчення теми тригонометричних функцій **числового аргументу** в курсі алгебри і початків аналізу має ряд особливостей та проблем. Зупинимося на двох із них.

Центральне місце при вивченні даної теми займає одиничне коло. За його допомогою досить природним способом встановлюється відповідність між множиною дійсних чисел і множиною точок одиничного кола, якщо числову пряму, між точками якої і множиною всіх дійсних чисел існує взаємно-однозначна відповідність, скрутити в спіраль, закручуючи додатну піввісь прямої у напрямку руху проти годинникової стрілки, а від’ємну – за годинниковою стрілкою. Проекція цієї спіралі на площину xOy є колом з центром у початку координат, радіусом – одиниця. За початок відліку на цьому колі-спіралі обирають точку (1;0).

Оскільки синус і косинус дійсного числа є координати (ордината і абсциса, відповідно) точки одиничного кола, яка це число позначає, а також через те, що й основні властивості тригонометричних функцій (область визначення, періодичність, парність, проміжки знакосталості та монотонності, найбільше та найменше значення), розв’язки найпростіших тригонометричних рівнянь та нерівностей "зчитуються" з одиничного кола, – робота з одиничним колом є дуже важливою і має займати у методичній схемі вивчення теми чільне місце. У сучасних навчальних посібниках дуже мало уваги приділено "читанню одиничного кола", підручники [2, 3] взагалі не мають подібних вправ.

Ще одним каменем спотикання є радіан, точніше його означення. Якщо учні будуть сприймати радіан, як **міру кута**, що й пропонують підручники [1 – 3], то вираз $\sin 9$ учні, найімовірніше, сприйматимуть як $\sin 9^o$, або ж вважатимуть, що такий вираз позбавлений змісту, прийнявши число 9 за значення синуса, а не його аргумент, чи й взагалі не зрозуміють, про що йдеться і як таке може бути. Проте, якщо ж означити радіан як **міру дуги**, то в уяві поставатиме дуга (виток спіралі), довжина якої 9 радіусів кола (в одиничному колі – 9 одиниць-радіан). Радіанне вимірювання дуг та одиничне коло (як проекція спіралі) тісно пов’язані.

Підручник [1] хоч і має систему вправ, пов'язаних з одиничним колом, проте визначення радіана як міри кута вимушує авторів використовувати градуси чи частини розгорнутого кута. Також відсутні вправи на читання числових проміжків на колі. До чого це може призвести? По-перше, у курсі алгебри і початків аналізу вивчаються тригонометричні функції дійсного аргументу, а ми знову повертаємося до кутового. По-друге, робота з колом – це основа для подальшого вивчення тригонометричних функцій: чим краще учні розуміють особливості роботи з колом, правильно сприймають розміщення чисел на ньому, тим легше їм сприймати властивості функцій, розв'язувати рівняння, а особливо нерівності.

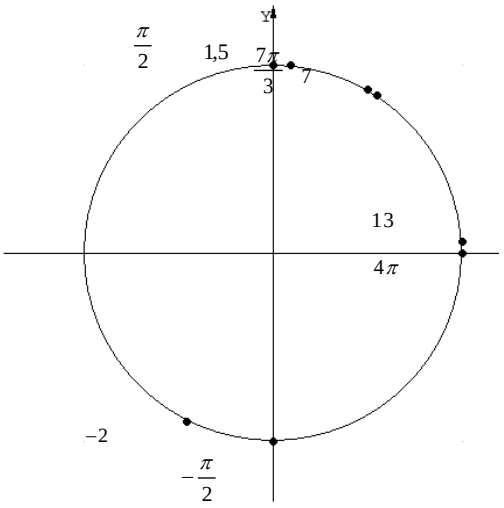
Успішному вирішенню зазначених вище проблем добре слугуватиме система усних вправ, націлена на глибоке розуміння суті одиничного кола, розміщення точок на ньому (з урахуванням періодичності) та радіанного вимірювання дуг. Усні вправи активізують розумову діяльність учнів, розвивають увагу, спостережливість, пам'ять, мову, швидкість реакції, підвищують інтерес до досліджуваного матеріалу. Вони дають можливість вивчити великий за обсягом матеріал за коротший проміжок часу, дозволяють вчителю судити про готовність класу до вивчення нового матеріалу, про ступінь його засвоєння, допомагають виявляти помилки учнів.

Пропоную кілька вправ із цієї системи.

Приклад 1.

Порівняйте довжини дуг, заданих у радіанах, та позначте відповідні числа на одиничному колі:

а) $\frac{\pi}{2}$ і 1,5; б) $-\frac{\pi}{2}$ і -2; в) $\frac{7\pi}{3}$ і 7; г) 4π і 13.



Р о з в ' я з а н н я.

Міркуємо так: $\pi \approx 3{,}14$, тоді $\frac{\pi}{2} \approx 1{,}57$. Отже, $\frac{\pi}{2} > 1{,}5$.

Приклад 2. У якій чверті знаходиться точка одиничного кола з координатою:

а) 3; б) 6; в) -4; г) -7; д) 15.

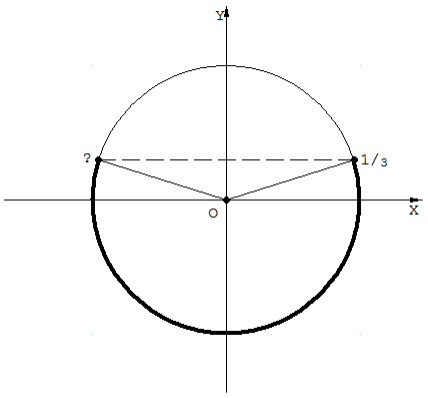
Р о з в ' я з а н н я:

Розмірковуємо так: г) нам потрібно відправитися від точки $P(1;0)$ у від'ємному напрямку (за годинниковою стрілкою), і пройти по колу шлях

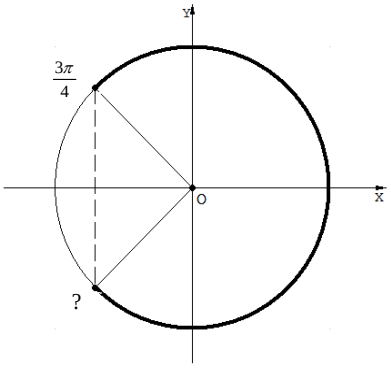
довжиною 7. Якщо пройти одне коло, то отримаємо (наближено) – 6,28. Отже, треба ще пройти (у тому ж напрямі !) шлях завдовжки 0,72. Що ж це за дуга? Вона менша половини чверті кола. Тобто, точка з криволінійною координатою –7 знаходиться у першій чверті.

Приклад 3. Дано один кінець числового проміжку (дуги). Вкажіть інший кінець та назвіть проміжок.

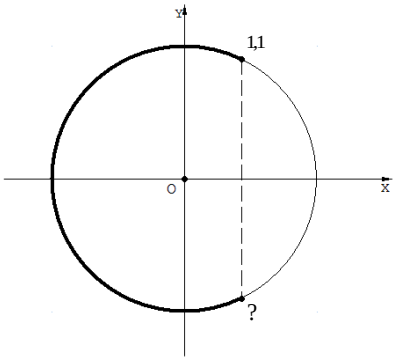
а)



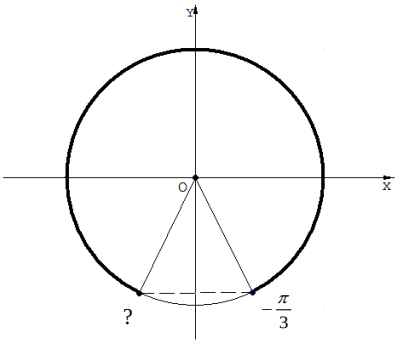
б)



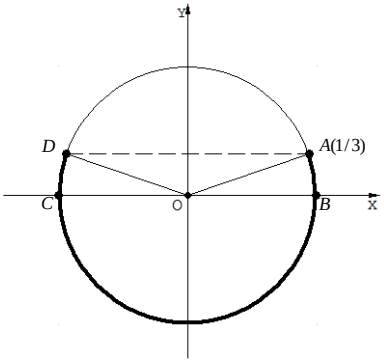
в)



г)



Р о з в ’ я з а н н я:



Міркуємо так: а) Оскільки додатний напрям (напрям від меншого до більшого) на колі є напрямом проти годинникової стрілки, то у нас відомий кінець дуги, точка $A\left(\frac{1}{3}\right)$. Число, яке позначене точкою D, менше за $\frac{1}{3}$, тому "дійдемо" до неї, "спустившись по спіралі вниз", тобто рухаючись назад, за годинниковою стрілкою. Маємо на нашому шляху точки: $B(0)$, $C(-\pi)$. Оскільки довжини дуг CD і AB однакові і дорівнюють $1/3$, то, враховуючи від’ємний напрям руху по дузі BC, маємо остаточно координату точки C: $C(-\pi-1/3)$ і числовий проміжок: $[-\pi-1/3;1/3]$.

Література

1. Алгебра і початки аналізу: підручник для 10 кл. з поглибленим вивченням математики / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Харків: Гімназія, 2010. – 415 с.: іл.
2. Алгебра і початки аналізу: Підруч. Для 10 класу з поглибленим вивченням математики в середніх закладах освіти / М.І Шкіль, Т.В. Колесник, Т.М. Хмара. – К.: Освіта, 2004. – 318 с.
3. Нелін Є.П. Алгебра і початки аналізу: Дворівневий підручник для 10 кл. загальноосвітніх навчальних закладів. – 4-те вид., виправл. – Харків: Світ дитинства, 2008. – 448 с.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ЕЛЕМЕНТАРНОЇ МАТЕМАТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІКТ

Мороз Ю.С., Щасна Л.Ф.
Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка
E-mail: strelec-sh@mail.ru

Мета вивчення курсу елементарної математики - забезпечити у студентів достатній рівень знань вузівського курсу математики для оволодіння сучасним математичним апаратом з метою подальшого його застосування під час підготовки до математичних конкурсів, олімпіад, проведення самостійних наукових досліджень.

Курси елементарної алгебри та геометрії продовжують, з одного боку, основні наскрізні змістовні лінії, що дозволяє студентам переосмислити ідеї та методи математики на новому рівні – рівні шкільних завдань. З іншого боку, ці курси закладають основи методичної підготовки майбутнього вчителя математики і тісно пов'язані з курсом методики навчання математики. [3]

Курс передбачає узагальнити та розширити знання з основ алгебри, тригонометрії, початків аналізу та геометрії.

У структурі програми реалізовуються міждисциплінарні зв'язки з такими вузівськими курсами: "Методика навчання математики", "Математичний аналіз", "Аналітична геометрія", "Проективна геометрія", "Диференціальна геометрія і топологія", "Алгебра і теорія чисел", "Теорія ймовірностей та математична статистика", "Дискретна математика", "Нові інформаційні технології", "Основи програмування".[1]

Організація процесу навчання студентів передбачає використання засобів сучасних інформаційно-комп’ютерних технологій (ІКТ). З огляду на зміст курсу елементарної математики нами перераховані деякі програмні середовища, які можуть стати вірним помічником студента. А саме:

1) *MathProf* – може відображати математичні рівняння простим і ясним способом, охоплює області аналізу, геометрії, алгебри, векторної алгебри.

2) Програма *Ribbit* контролює всі невеликі речі, наприклад, числові формули і їх розміщення на сторінці і не заважає Вашій роботі.

3) *MathML Renderer* для .NET використовує математичні вирази, закодовані як MathML і створює графічну презентацію, використовуючи структуру .NET інтерфейса GDI+.

4) *Add 'em Up* – може виконувати математичні операції по даним, що знаходяться в буфері обміну Windows. Також Add 'em Up може трансформуватись в стандартний настольний калькулятор.

5) *Z-Plot* – це бесплатна сервісна програма складання схем, яка дозволить представити різні математичні функції і криві.

6) *Mathcad* – система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування, орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи. [4], [2]

7) Система *Maple* призначена для знакових визначень, хоть має ряд засобів і для числового вирішення диференціальних рівнянь і знаходження інтегралів. Має розвиті графічні засоби. Має власну мову, нагадуючу Паскаль. [5]

8) *Human Calculator* – цей калькулятор створений для заміни вбудованого Windows калькулятора. Особливості: 1) Має 41 вбудовані математичні функції, 2) Синтаксична перевірка математичних виразів; 3) Має буфер обміну; 4) Проводить довільну калькуляцію математичних виразів; 5) Має 4 числові системи для набору і друку чисел; 6) Має історію останніх обчислень; 7) Сумісний з багатьма програмами.

9) *BREAKTRU PERCENT* – обчислюється відсоток від будь-якого числа. Безкоштовна допомога у вирішенні математичної домашньої роботи від загальної математики до алгебри, геометрії і т.д. Студенти можуть знайти рішення по процентних завданням математичної домашньої роботи.

10) *Equation Wizard* – це програма, яка дозволяє вирішувати алгебраїчні рівняння в автоматичному режимі. Потрібно просто ввести рівняння в будь-якій формі без попередніх операцій. Крок за кроком дана програма канонізує введене рівняння, здійснюючи всі необхідні операції. Після цього Equation Wizard визначає порядок рівняння – рівняння може бути будь-яким: лінійним, квадратним, кубічним або, наприклад, 7-го ступеня.

Література

1. Афанасьєв В. В., Поваренко Ю. П., Смирнов Е. І., Шадріков В. Д. Професіоналізація предметної підготовки вчителя математики в педагогічному вузі. Ярославль, 2000.

2. Бичков О. С. Обробка статистичної інформації у середовищі MathCad [Електронний ресурс]: електронний підручник/ О. С. Бичков, С. І. Доценко. – Режим доступу до ел. підр.: http://www.unicyb.kiev.ua/Library/OKZ2/index.htm

3. Тестів В. А. Професійна підготовка вчителя математики: стандарти, навчальні плани та програми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http:/refs.co.ua/

4. Электронный курс по MathCAD [Електронний ресурс]: електронний підручник. – Режим доступу до ел. підр.:
http://detc.usu.ru/Assets/aMATH0021/soder.htm

5. Maple [Електронний ресурс]:– Режим доступу:
ru.wikipedia.org/wiki/Maple

ЕЛЕМЕНТИ ІСТОРИЗМУ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Петрик М.А.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: malamarina@rambler.ru

Майбутньому вчителю математики необхідно бути обізнаним з історією розвитку математики від стародавніх часів до Ньютона, а далі від Ньютона до Ейнштейна; з біографіями і працями великих вчених Індії і Китаю, більш відомих вчених, "великанів" науки – Евкліда, Піфагора, Архімеда, Беруні, Ал-Хорезмі та інших [1].

Встановлено, що введення елементів історії в доступній для дітей формі позитивно впливає на розвиток пізнавального інтересу, на розвиток інтересу до математики, до читання додаткової математичної літератури. Історія математики вивчає об’єктивні закони зародження, розвитку та функціонування математики.

Вдало розроблені бесіди з елементів історизму, добре підібрані цікаві історичні, старовинні задачі, майстерне їх впровадження в канву уроку або на позакласних заняттях, активізує пізнавальну діяльність учнів, значно підвищує якість навчання, рівень знань учнів, допомагає їм осмислено, краще і міцніше засвоїти навчальний матеріал.

Історія свідчить, що математика як наука, виникла із задач і розвивається в основному для розв’язування задач.

Здійснення історичного підходу дає можливість з’ясувати, що процес пізнання є історичний процес. Зрозуміти зв’язок теорії з практикою, що математика розвивалась на основі практики і що критерієм достовірності теорії є практика.

В пояснювальній записці до програми з математики, зокрема відмічається про те, що важливу роль у навчанні математики відіграє систематичне використання історичного матеріалу, який підвищує інтерес до вивчення математики, пробуджує критичне ставлення до фактів.

Велику виховну роль відіграє знайомлення учнів з біографіями яскравих вчених, з умовами їх життя, з методами їх роботи і творчістю. Це завжди для учнів корисно, повчально і цікаво, адже великий вчений є прикладом величезної працьовитості, цілеспрямованості, самобутньої праці на користь людства.

Відомий давньогрецький філософ і вчений справедливо зазначив: "Тільки тоді можна зрозуміти суть речей, коли знаєш їх походження і розвито".

Література

1. Барило Н.А. Про принципи історизму в навчанні в шкільному курсі математики // Фізико-математичні записки: збірник наукових праць / Н.А. Барило. – Ніжин, 2008. – С.93-95.

КООРДИНАТНО-ГРАФІЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Юрова Ю. В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: di-lema@mail.ru

Зображення просторових фігур на площині використовується у різних галузях науки і техніки, в архітектурі, в художньому мистецтві, при викладанні математики закладах освіти. У навчальному процесі в якості зображення просторової фігури розглядають її паралельне проектування на площину з послідовним виконанням перетворень подібності.

В задачах математичного аналізу, геометрії виникає необхідність зображення комбінацій поверхонь другого порядку та площин. При побудові їх зображень просторова прямокутна система фактично проектується у три афінні системи. Виникає проблема обґрунтування проекцій перерізів поверхонь – ліній другого порядку, способів їх побудови в афінних системах.

Для забезпечення правильної та простої у виконанні побудови зображень виникає необхідність координатного дослідження типу лінії перетину поверхонь і складання послідовності графічної побудови зображень.

У даній роботі теоретично обґрунтовуються образи ліній другого порядку при паралельному проектуванні. Розроблені графічні методи побудов еліпса, гіперболи, параболи в афінній системі, використовуючи проективну теорію ліній другого порядку на розширеній евклідовій площині.

Використовуючи координатний метод, досліджені типи ліній перетину поверхонь шляхом їх задання системою рівнянь інших поверхонь, що давало можливість складання алгоритму побудови зображень з мінімальним числом побудов точок та ліній за їх координатами та рівняннями.

Для забезпечення наочності зображення обиралися доцільні проекції прямокутної системи координат.

На підставі вище сказаного було розглянуто приклади зображення комбінацій конічних поверхонь другого порядку, еліптичних, параболічних та гіперболічних циліндрів, еліптичних та гіперболічних параболоїдів та площин.

Основною перевагою таких задач є інтерес до побудови різноманітних зображень та чіткість і правильність самої побудови.

Особлива увага надається дотриманню вимог під час побудови як самих поверхонь, так і тіл, обмежених поверхнями.

ФІЗИКА, АСТРОНОМІЯ ТА МЕТОДИКА ЇХ ВИКЛАДАННЯ

МОНОКРИСТАЛ $LiNbO_3$ В ІЧ ОБЛАСТІ СПЕКТРА

Бортник П.О.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

За останні кілька років були синтезовані і досить детально досліджені сегнетоелектричні монокристали ніобіту і танталату лужних і лужно-земельних металів, які мають високі електрооптичні, п'єзоелектричні, піроелектричні і нелінійні властивості. Фізичні властивості цих кристалів обумовлюють можливості їх широкого застосування в приладах для модуляції, відхилення і перетворення частоти лазерного випромінювання, а також для голографічного запису інформації.

Яскравим представником цих кристалів є ніобіт літію, вперше синтезований в 1965 р. в СРСР С.А. Федуловим і в США – О. Балманом. Незважаючи на майже 45-річну історію, в ніобіті літію відкривають все нові і нові властивості, які знаходять застосування в науці і техніці.

В даний час кристали ніобіту літію ($LiNbO_3$) є найбільш розповсюдженими в інтегральній оптиці завдяки високим значенням нелінійно-оптичних та електрооптичних коефіцієнтів, а також можливості промислового росту кристалів і виробництва пластин діаметром 76 і 100 мм високої якості. На цих кристалах в останні роки вдалося реалізувати різні інтегрально-оптичні елементи і схеми, такі як перемикаючі матриці, аналізатори спектру, НВЧ фазові і амплітудні модулятори, датчики фізичних величин. Високі нелінійно-оптичні властивості даних кристалів дозволили отримати хвилеводні пристрої перетворення частоти, такі як генератори другої гармоніки, пристрої, які здійснюють додавання і віднімання частот, параметричні генератори світла. Також застосовуються для запису оптичної інформації, виготовлення п’єзоелектричних перетворювачів, створення фотонних кристалів.

Причина тому – унікальне сполучення притаманних їм важливих властивостей: простоти вирощування, дешевизни, надійності, прозорості в широкому діапазоні спектру, високих нелінійно-оптичних коефіцієнтів і т. п.

Необхідність виробництва цього кристала зростає з кожним роком. Однак чутливість ніобіту літію до лазерного випромінювання, а також оптичні неоднорідності обмежують можливості його застосування в оптичних пристроях. Розуміння специфіки цього унікального кристала, його сильних і

слабких сторін допоможе правильно вирішувати питання його застосування в наукових дослідженнях і у фізичних приладах. Метою роботи є всебічний аналіз оптичних властивостей кристалів ніобіту літію .

СИНГУЛЯРНІ ПОВЕРХНЕВІ ПОЛЯРИТОНИ

Губерт М.С.
Ніжинський державний університет ім. Миколи Гоголя

Насьогодні широко досліджені поверхневі електромагнітні збудження (фононні, плазмонні, плазмон-фононні, екситонні, хвилевідні тощо) в оптично-ізотропних кристалах. Значно меншу кількість досліджень проводено по вивченню поверхневих фононних та плазмон-фононних поляритонів в анізотропних кристалах.

У даній роботі вперше теоретично проаналізовано умови існування СПП в одновісних монокристалах BeO – широкозонного діелектрика, що характеризується низкою фізико-хімічних властивостей.

Проведений аналіз продемонстрував можливість існування сингулярних поверхневих поляритонів, які є поверхневими електромагнітними хвилями принципово нового типу для кристалів BeO при орієнтації $C\|y$ ($\varepsilon_x = \varepsilon_z = \varepsilon_\perp$, $\varepsilon_y = \varepsilon_\|$) в частотному проміжку 681-724 $см^{-1}$.

Показано, що основною відмінністю СПП від досліджуваних звичайних і незвичайних поверхневих поляритонів є можливість збудження в тих проміжках, в яких обидва головних значення $\varepsilon_\perp(\nu)$ і $\varepsilon_\|(\nu)$ тензора діелектричної проникності додатні. Це – необхідні умови існування СПП, а реальність їх збудження може підтвердити тільки спеціальний експеримент, проведений, наприклад, методом ППВВ.

У межах простої осциляторної моделі із адитивним врахуванням параметрів осцилятора проведено аналіз основних та похідних від них компонент тензора діелектричної проникності одновісного монокристалу BeO.

Вперше досліджено залежності від частоти величини двомірного хвильового вектора $k(\nu)$ і кута між хвильовим вектором K та віссю x – $\gamma(\nu)$ при урахуванні коефіцієнта затухання осцилятора BeO.

В роботі було використано метод чисельного експерименту. А саме, використовуючи для перерахованих одновісних кристалів реальні дані параметрів осцилятора варіювали їх затуханням при виявленні областей існування СПП. Такий підхід дозволяє сподіватися на відповідність виявлених дисперсійних закономірностей реальним дисперсійним характеристикам СПП, що можуть бути експериментально збуджені у BeO.

ОПТИЧНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Жук О.О.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Глобальна екологічна криза кінця XX століття охопила всі континенти та акваторії. Втручання людини у природні процеси різко зростає і може спричиняти зміну режиму ґрунтових і підземних вод у цілих регіонах, поверхневого стоку, структури ґрунтів, інтенсифікацію ерозійних процесів, активізацію геохімічних та хімічних процесів в різних країнах і міжнародних організаціях. Тому велика увага приділяється контролю за станом навколишнього середовища. Серед різних методів найбільш широко використовуються оптичні методи.

Оптичні методи є неруйнівними, безконтактними, локальними та експресними, а їх головний інструмент – світловий промінь. Завдяки співрозмірності енергії кванта світла з енергією взаємодії мікрочастинок він є зручним мікрозондом для вияснення енергетичних взаємозв'язків у речовині.

Існує багато оптичних методів аналізу, наприклад, такі як: кондуктометричні, нефелометричні, фотометричні, спектроскопічні, рефрактометричні та інші. Велика увага приділяється фотометричним методам, вони займають, мабуть, виняткове місце в роботах хіміків-аналітиків: їх число публікацій досить велике. Переважно розроблені фотометричні методи визначення елементів з використанням органічних реагентів; багато чого зроблено й по загальних питаннях фотометрії. Відомо, що серед всіх методів контролю стану питної води, оптичні методи становлять 66,7%, фізичні – 12,5%, фізико-хімічні – 20,8%.

Суть методів полягає у вимірі поглинання променистої енергії розчинами аналізованих речовин. Характер спектра поглинання служить якісною ознакою обумовленої сполуки, а величина поглинання виступає як кількісна характеристика, що дозволяє судити про зміст компонента, що цікавить нас. Справа в тому, що поглинання променистої енергії за інших рівних умов пропорційно концентрації поглинаючої речовини.

У цьому методі за допомогою фотоелементів світлова енергія перетворюється в електричний струм. Метод оснований на вимірюванні оптичної густини розчину за допомогою спеціальних приладів –фотоелектроколориметрів. Фотоелектроколориметр (від латинського color – колір і ...метр) – оптичний прилад для виміру концентрації речовин в розчинах. Для її визначення користуються калібрувальним графіком, який будують так: готують серію стандартних розчинів, для кожного з них знімають оптичну густину, наносять на графік точки, які з'єднують і одержують градуювальник графік.

В даній роботі наводяться результати аналізу води із різних джерел на вміст заліза та її каламутність.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТООПТИЧНИХ ЕФЕКТІВ В ОПТИЧНО-АНІЗОТРОПНИХ МОНОКРИСТАЛАХ ZnO та 6H-SiC В ІЧ ОБЛАСТІ

Завіралов П.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Унікальні магнітооптичні ефекти в напівпровідниках уже знаходять практичне застосування в сенсорах магнітного поля, оптичних вентилях, магнітооптичних модуляторах. Очевидно, що впровадження напівпровідників ZnO та 6H-SiC дозволяє значно розширити спектральний діапазон функціонування цих пристроїв. Таким чином, магнітооптичні дослідження напівпровідників оксиду цинку та карбіду кремнію (політип 6H) доцільні та актуальні з точки зору глибшого розуміння процесів, що відбуваються в цих монокристалах та розширення можливостей їх практичного використання.

Вивченням магнітооптичних ефектів в різних середовищах займалася низка вчених: M.Inoue, В.А.Кособукін, Ю.В.Борискіна, С.Г.Єрохін, А.Б.Грановський, А.П.Виноградов та ін., досліджуючи зокрема ефект Керра, магніторефрактивний ефект, ефект Фарадея, Фогта в напівпровідниках, нанопровідниках, магнітофотонних кристалах, надгратках, тонких плівках, та в різних гетероструктурах.

Але недостатньо вивченими залишаються магнітооптичні ефекти в оптично-анізотропних монокристалах ZnO та 6H-SiC в ІЧ області.

Метою роботи є з'ясування особливостей магнітооптичних ефектів в немагнітних оптично-анізотропних монокристалах ZnO та 6H-SiC в ІЧ області.

За допомогою спектрометра ИКС-31 та приставки, призначеної для отримання спектру відбивання, виміряно залежність R(ν) для монокристала 6H-SiC в ІЧ області спектра. Порівняно експерементально отримані результати з теоретичними рис. 1. У вказаних напівпровідниках теоретично передбачено та експерементально виявлено прояви магніторефрактивного ефекту рис. 2.

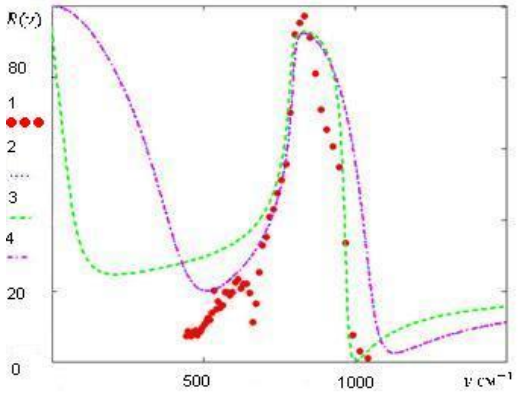


Рис. 1. Спектри відбивання монокристалу 6H-SiC: 1 – експериментальні дані, 2– вісь кристала перпендикулярна до відбиваючої поверхні, $E_0 \perp B$, 3- вісь кристала паралельна відбиваючій поверхні $E_0 \| B$, 4- вісь кристала паралельна магнітному полю $E_0 \perp B$

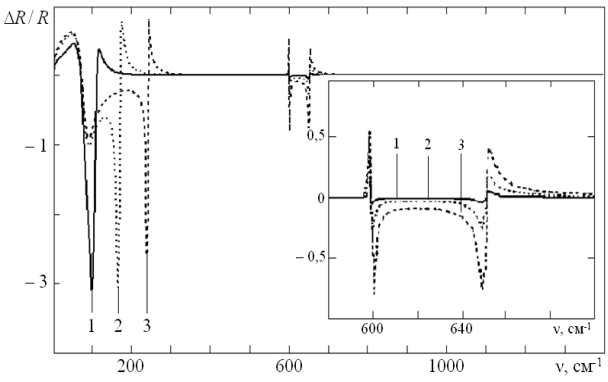


Рис. 2. Спектри $\Delta R / R$ нелегованого напівпровідника ZnO за наявності зовнішнього магнітного поля: 1 – 30 кЕ; 2 – 65 кЕ; 3 – 100 кЕ

Отже, немагнітні напівпровідники ZnO та 6H-SiC чутливі до магнітного поля, у них проявляються магнітооптичні ефекти, зокрема магніторефрактивний, що дозволяє використовувати їх в магнітооптичному приладобудуванні.

ДЕАЕРАЦІЯ – ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОМАГІСТРАЛЕЙ.

Ільченко С.Г., Кнорозок Л.М.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Однією із важливих проблем теплоенергетики є захист трубопроводів теплових електростанцій, обладнання котельних та теплових мереж від внутрішньої корозії. Боротьба з корозією – одна з важливих технологічних і економічних задач індустріальної епохи, у першій половині XX ст. корозія знищила до 40 % сталі, що вироблялась.

До числа факторів, що спричиняють внутрішню корозію, відноситься наявність у воді корозійно-активних газів. При незадовільній якості обробки води значно зменшується термін експлуатації теплових мереж. Економічні втрати навіть при незначних аваріях на обладнаннях і теплових мережах котелень, ТЕЦ та інших енергоджерелах від корозії як правило перевищують витрати на профілактику даних аварій в 5-20 раз.

Побічні економічні втрати від наслідків аварій середньої тяжкості перевищують профілактичні заходи в 20-100 раз.

Сукупні втрати від максимально можливої аварії можуть значно перевищити балансову вартість енергетичного підприємства, призвести до банкрутства кінцевих споживачів теплоенергоресурсів та соціального вибуху.

Для вирішення зазначених проблем використовується деаерація.

Деаерація рідини або видалення (десорбція) із рідини утворених в ній газів, використовується в технологічних системах різних галузей промисловості. В промисловій енергетиці деаерації підлягають вода для котельних та вода для теплових мереж. Видалення із води розчинених в ній корозійно-активних газів (кисню O_2 і вуглекислого газу CO_2) – основний метод боротьби з корозією пароводяного тракту і технологічного обладнання промислових підприємств.

Відомі декілька способів деаерації води: хімічна деаерація, десорбційне видалення кисню, термічна деаерація. В промислових установках найбільш поширений спосіб термічної деаерації води.

Принцип роботи деаератора підвищеного тиску ґрунтується на нагріванні води живлення до температури кипіння в деаераційній колонці і вентиляції її газового простору.

У даній роботі проведено порівняльну характеристику методів деаерації води. Вивчений досвід використання деаераторів різного типу у нашій країні та за кордоном, детально розглянуто способи деаерації у "НіжинТеплоМережі".

Проведено порівняння різних способів деаерації за ціновим фактором та рентабельністю. З'ясовані переваги деаераторів: надійність, безпека експлуатації, універсальність, широкий діапазон потужностей

Вивчена можливість вдосконалення конструкції деаераторів та заміна термічних деаераторів на вакуумні. Цей процес в даний час реалізується в "НіжинТеплоМережі".

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕТОНАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАФТОВИХ ПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

Квач Є.М.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Розвиток методів аналізу нафтохімічних з'єднань на основі аналітичної спектроскопії є одним з важливих науково-технічних завдань, що вирішуються в даний час. Зокрема, особливо актуальним напрямком досліджень є розробка методів контролю детонаційних характеристик палива за допомогою спектроскопії інфрачервоного діапазону.

Відомо, що детонація – це "ненормальна" робота двигуна, за якої швидкість згоряння робочої суміші досягає 2000 м/с, тиск в окремих частинах циліндра значно збільшується. У зв'язку з вибуховим характером детонації частина бензину і продуктів неповного згоряння перемішується всередині камери згоряння з продуктами повного згоряння і не догоряє. Внаслідок цього знижується потужність двигуна, підвищується питома витрата палива, збільшується димність викиду і з'являється полум'я у відпрацьованих газах. Існує три методи зменшення детонації:

- метод впливу на фракційний склад;
- метод впливу на хімічний склад;
- введення спеціальних присадок-антидетонаторів.

Традиційними методами дослідження октанового числа є моторний і дослідницький методи, з застосуванням спеціальних моторних установок, в яких проводиться порівняння детонаційних характеристик досліджуваного палива з характеристиками калібрувальних сумішей. Крім того існують альтернативні методи: хроматографічний, холоднополум'яного окислення, оптоелектронні методи.

У роботі досліджено детонаційні характеристики оптичним методом, який ґрунтується на вимірюванні коефіцієнта поглинання бензину в області 880 – 1300 $см^{-1}$ за допомогою спектрометра ИКС-31 та перетворення його за допомогою коефіцієнтів лінійної регресії в октанові числа. Отримано такі результати (табл. 1).

Таблиця 1.

Октанові числа бензинів

Марка бензину	Октанове число, визначене за методом, не менше		
	моторним	дослідницьким	ІЧ-спектроскопії
А-80	76	80	77,8
А-92	82,5	92	91,9

Отже, оптичний метод визначення октанового числа за точністю кращий моторного і близький до дослідницького. І має такі переваги: невеликі затрати енергії і часу, та невелика кількість досліджуваної речовини (1 – 10 мг.).

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМАЙЗЕРІВ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Кнорозок Л.М., Павленко Я.М.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Економайзер – *(від англ. economize – зберігати)* пристрій для регулювання складу горючої суміші в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ).

В роботі вивчений досвід використання економайзерів як елементів ДВЗ. Розглянуто принцип дії економайзерів, їх різні типи, основні технічні характеристики, переваги та недоліки, окупність.

Економайзер успішно працює на всіх ДВЗ, незалежно від виду використовуваного палива (бензин, дизельне паливо, газ).

Принцип дії. Основними елементами економайзерів є спеціальні магніти, виготовлені на основі неодиму Nd (60), який зберігає магнітні властивості протягом тривалого часу – понад 10 років, і дозволяє створювати сильне магнітне поле (напруженістю понад 7000 Гаусс) – що є обов'язковою умовою для досягнення необхідного ефекту.

Магнітне поле стає джерелом резонансу для вуглеводневих ланцюжків, які утворюються в рідкому або газоподібному паливі. У результаті проходження біля через полюси магніту, молекули іонізуються і розпадаються на більш дрібні фрагменти, при цьому звичайне пальне стає структурованим. Такий стан молекул значно збільшує їх реактивність, що дозволяє притягувати додатковий кисень. Отже, в камеру згоряння молекули палива потрапляють максимально відокремленими одна від одної, що сприяє їх кращому окисленню. Говорячи простими словами, економайзер за допомогою магнітного резонансу "розриває" паливо на більш дрібні фрагменти, в результаті чого воно краще "засвоюється" двигуном.

Переваги: – зменшується кількість чадного газу, оксидів азоту та інших шкідливих домішок у вихлопі, вміст CO-CH зменшується на 50-70% ;

- збільшення терміну служби двигуна;
- використання магнітного зарядженого палива сприяє руйнуванню вуглецевих відкладень у карбюраторі, паливних інжекторах, камерах згоряння. Економія на паливні присадки і нейтралізатор;
- збільшення потужності двигуна і його ККД це досягається завдяки більш повному згорянню палива;
- економію на штрафах за перевищення шкідливих викидів CO, CH;
- підвищення престижу автомобіля завдяки продукту розробки новітніх технологій енергозбереження;
- окупність для легкового автомобіля – 2 – 6 міс., для вантажного 2 – 3 тижні.

Література

1. http://www.opi-vip.com.ua/t/ekonomajzer.php

РОЗПОДІЛ ГЛИБОКИХ СТАНІВ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ

Коченко І.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: ko4ines@gmail.com

Розроблена аналітична теорія в рамках оберненої задачі Адамара про можливість проведення реконструкції профілів локалізованих станів в забороненій зоні напівпровідникових ізотипних гетероструктур із плавною та різкою гетеромежею та визначення параметрів локалізованих станів безпосередньо з експериментальних ВАХ шляхом їх диференційної обробки та методами стаціонарної і нестаціонарної ємнісної спектроскопії. В результаті теоретичних досліджень з'явилась можливість провести дослідження локалізованих станів у напівпровідниках та їх ідентифікацію.

У В роботі було показано, що для глибоких акцепторів в Германії має місце ефект Пула-Френкеля, який при дослідженні методами ємнісної спектроскопії може істотно впливати на визначення параметрів.

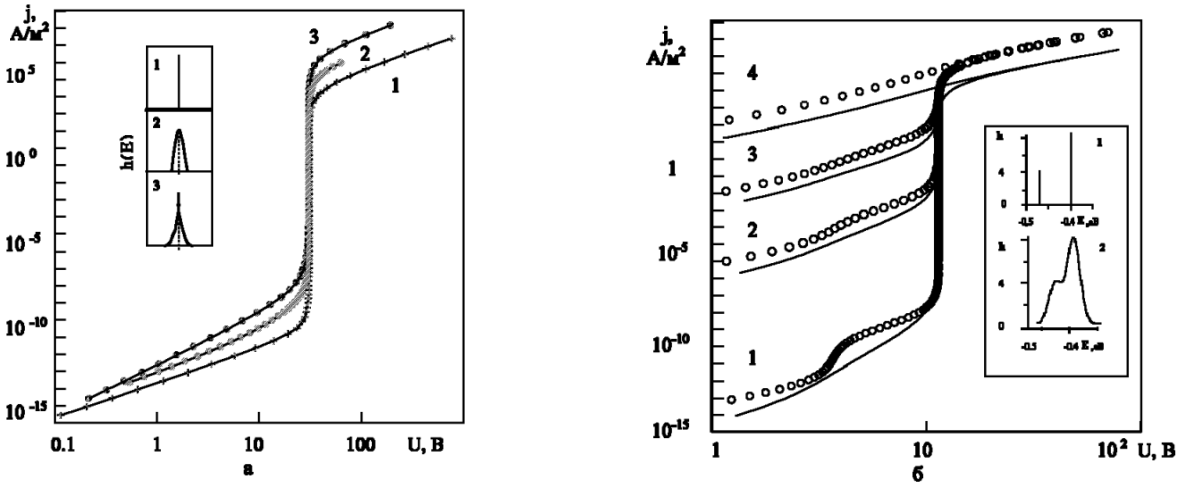


*Рис. 1.1. ВАХ розраховані для різних типів розподілу локалізованих станів, які наведені на вставках. Один рівень з параметрами E_t = 0,57 еВ, N_t = =10^{20} $м^{-3}$: монорівень (1); гауссовий розподіл h(E) = $N_t / \sigma(2\pi)^{1/2} \exp\left[-(E-E_t)^2 / 2\sigma^2\right]$, де σ = 0,025 еВ, j * 10 (2); подвійний експоненціальний розподіл h(E) = $N_t / (2kT_c) \exp\left[-|E-E_t| / (kT_c)\right]$, де kT_c = 0, 025 еВ, j * 100 (3). Т = 150 К. (а) Два рівні з параметрами E_{t_1} = 0,40 еВ, N_{t_1} = 1,2·10^{19} $м^{-3}$, E_{t_2} = 0,47 еВ, N_{t_2} = 2,5·10^{19} $м^{-3}$. Розрахунок для випадку монорівнів (j * 10) та гауссових розподілів з σ = 0,025 еВ (суцільна лінія). Т = 100 К (1), 150 К (2), 200 К (3), 300 К (4). (б)*

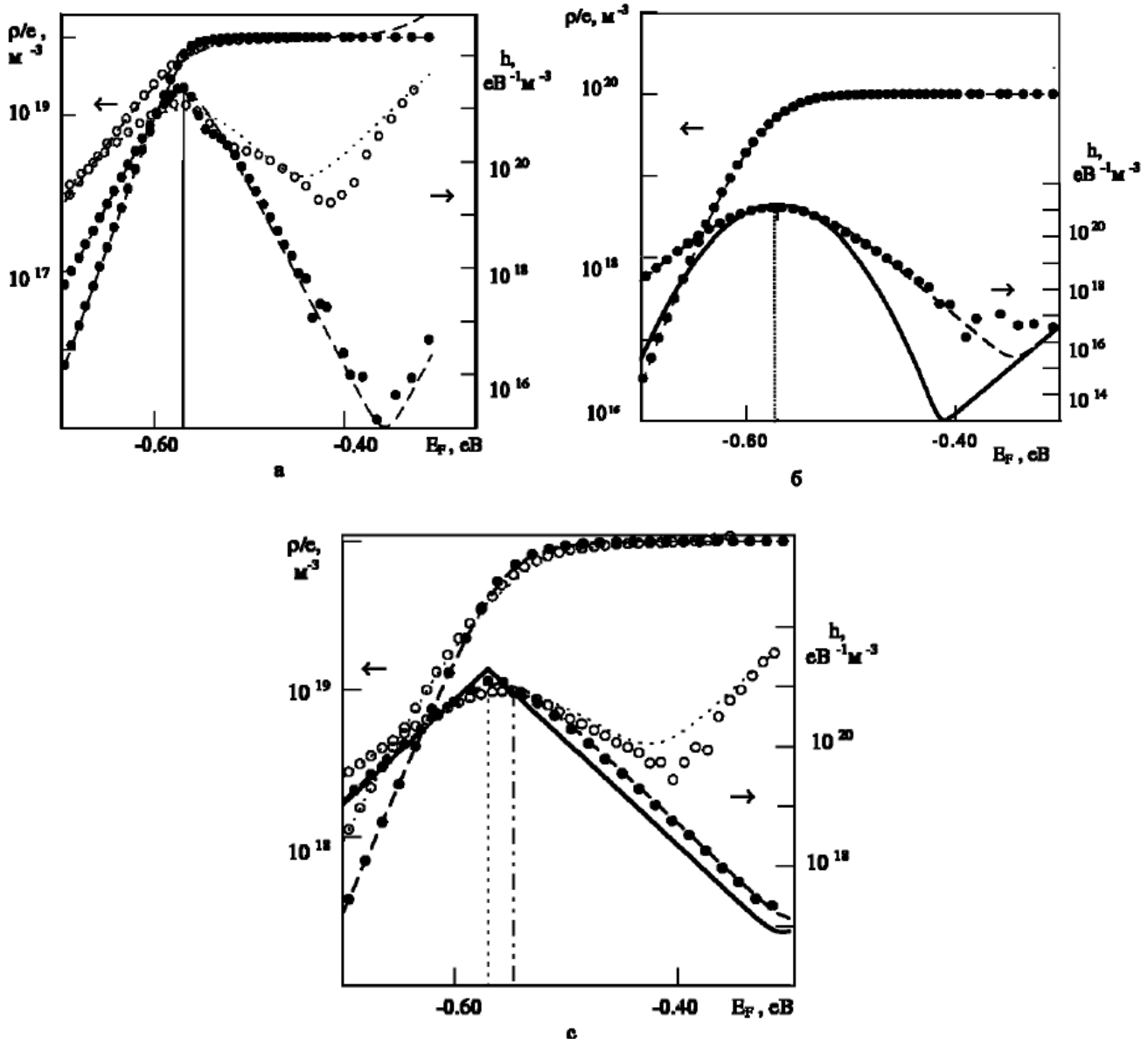


Рис. 1.2. Густина об'ємного заряду та розподіл локалізованих станів у ЗЗ матеріалу для випадку E_t = 0,57 еВ, $N_t = 10^{20}$ м$^{-3}$, $N_c = 1{,}79\cdot10^{25}$ м$^{-3}$: монорівень $g = 1$ (а); гауссовий розподіл σ = 0,025 еВ, $g = 1$ (б); подвійний експоненціальний розподіл kT_c =,025 еВ, $g = 2$ (в). Вхідні розподіли h(E) – суцільні лінії, розраховані залежності – штрихові та штрих-пунктирні лінії, вихідні розподіли – T = 150 К (●), T = 300 К (◦).

Таблиця 1

Параметри домішкових центрів

Домішка	E_T, еВ	E_a, еВ	$F_{p(n)}$, $с^{-1}\cdot К^{-2}$	T, К	$\sigma_{n,p}$, см^2
Cu	$E_v + 0.32$	0.277	$1.5\cdot10^{8}$	125–150	$\sigma_p^- = 1.05\cdot10^{-5}T^{-3.16}$ $2.5\cdot10^{-12}$–$1.4\cdot10^{-12}$
	$E_c + 0.26$	0.274	$1.7\cdot10^{5}$	115–130	$\sigma_n^- = 4.4\cdot10^{-17}e^{-0.01\frac{eB}{kT}}$ $1.2\cdot10^{-17}$

Ag	$E_v + 0.13$	0.100	$5.5 \cdot 10^6$	55–70	$\sigma_p^- = 1.2 \cdot 10^{-7} T^{-3.38}$ $1.5 \cdot 10^{-13}$–$6.8 \cdot 10^{-14}$
	$E_v + 0.28$	0.288	$4.5 \cdot 10^5$	120–140	$\sigma_n^- = 1.2 \cdot 10^{-16} e^{-0.01\frac{eB}{kT}}$ $5.7 \cdot 10^{-17}$
Au	$E_v + 0.15$	0.150	$1.0 \cdot 10^8$	77–95	$\sigma_p^- = 6.2 \cdot 10^{-14}$
	$E_v + 0.20$	0.200	$5.7 \cdot 10^5$	77–90	$\sigma_p^- = 1.5 \cdot 10^{-16}$
Ni	$E_v + 0.23$	0.223	$1.5 \cdot 10^9$	95–110	$\sigma_p^- = 8.8 \cdot 10^{-13}$
	$E_v + 0.30$	0.303	$7.0 \cdot 10^7$	105–125	$\sigma_p^- = 1.8 \cdot 10^{-14}$

Примітка: Точність вимірювання E_T складає ±0,02 еВ, E_A складає ±0,01 еВ.

Література

1. Блад Д. Методы измерения электрических свойств полупроводников / Д. Блад, Дж. В. Ортон; [пер. с англ. Ф. П. Тарасенко] // Зарубежная радиоэлектроника. – 1981. – Т. 2. – С. 3 – 49, – Т. 3. – 350 с.
2. Ламперт М. Инжекционные токи в твердых телах / Ламперт М., Марк П.; [пер. с англ. Л. И. Розенталя и Л. Г. Парицкого]. – М.: Мир, 1973. – 416 с.
3. Zmeskal O. The bulk trap spectroscopy of solids by temperature-modulated space-charge-limited currents (TMSCLC) in the steady state / O. Zmeskal, F. Schauer and S. Nespurek // Journal of Physics C: Solid State Physics. – 1985. – V. 18, № 9. – P. 1873 – 1884.
4. Manfredotti C. Analysis of SCLC Curves by a New Direct Method / C. Manfredotti, C. De Blasi, S. Galassini // Phys. Stat. Sol. (A). – 1976. – V. 36, № 2. – P. 569 – 577.
5. Опанасюк А.С. Инжекционная спектроскопия глубоких ловушечных центров в полупроводниковых тонких плёнках / А. С. Опанасюк, А. П. Чекалов // Вісник Сумського державного університету. – 1994. – № 1. – С. 29 – 34.
6. Зюганов А. И. Инжекционно-контактные явления в полупроводниках / А. И.Зюганов, С. В. Свечников. – Киев: Наук. думка, 1981. – 256 с.
7. Берман Л.С. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках / Берман Л. С., Лебедев А. А. – Л.: Наука, 1981. – 176 с.
8. Васильев А.Б. К вопросу о методике обработки спектров DLTS / Васильев А.Б., Смагулова С.А., Шаймеев С.С. // ФТП. – 1983. – Т. 17, № 1. – С. 162 – 164.

ФІЗИЧНІ ЗАДАЧІ З ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ ЗМІСТОМ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ

Лобода О.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Проблема формування мотивації учіння учнів є однією з найважливіших в сучасній психолого-педагогічній науці. Значною мірою вона стосується й навчання фізики, оскільки вже тривалий час спостерігається тенденція до

зниження інтересу молоді до професій, пов'язаних із застосуванням фізичних знань.

Аналіз проведеного нами анкетування учнів старших класів ряду загальноосвітніх шкіл міста Ніжина на предмет виявлення основних мотивів учіння дав підстави вважати, що провідне місце в мотиваційній сфері старшокласників посідають соціальні та утилітарні мотиви. Але для забезпечення успішного навчання фізики лише соціальної та утилітарної мотивації не достатньо. Перед вчителем фізики постає проблема так організувати навчальний процес, щоб на основі соціальної мотивації сформувати стійкий інтерес до фізичної науки.

Як відомо, значний мотиваційний потенціал закладено в змісті навчального матеріалу з фізики та в методах навчання. В плані формування пізнавальної мотивації учнів особливе місце посідають практичні методи навчання, зокрема розв'язування фізичних задач з техніко-технологічним змістом.

Ми у своїй роботі показали, що розв'язування задач з техніко-технологічним змістом може бути ефективно використане з мотиваційною метою на різних етапах навчального процесу: для актуалізації опорних знань, для створення проблемної ситуації, під час контролю та корекції знань тощо.

Література

1. Зимняя И.А. Педагогическая психология. Учебник для студентов вузов по педагогическим и психологическим направлениям. – М.: Логос, 1998. – 299 с.

2. Закалюжний В.М., Савченко В.Ф. Комбінований урок з теми "Енергія електричного поля. Густина енергії" на основі використання техніко-технологічного матеріалу // Фізика і астрономія в школі – 2005. – № 5. – С. 4-8.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ ШИРОКОСМУГОВОГО ПІДСИЛЮВАЧА ПОТУЖНОСТІ РЧ ДІАПАЗОНУ

Лозко В.І.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Підсилювачі електричних сигналів складають широкий клас пристроїв які використовуються в різній радіоелектронній апаратурі.

Важливим типом підсилювачів є підсилювачі потужності радіочастоти (РЧ). Саме властивості підсилювача потужності РЧ визначають радіус дії радіосистем та їхню надійність.

В усі часи з моменту винайдення радіо була і є актуальною проблема розроблення високоефективних підсилювачів, придатних для підсилення РЧ сигналів різних частот з мінімальними спотвореннями та мінімальними побічними випромінюваннями. Сучасна схемотехніка та елементна база дозволяють створювати підсилювачі потужності із заданими якісними параметрами,

але пропоновані промисловістю спеціалізовані елементи іноді дуже дорогі і не достатньо надійні. Перш за все це стосується потужних багатоемітерних біполярних транзисторів та польових транзисторів з ізольованим затвором.

Між тим, аналіз основних параметрів польових транзисторів, призначених для роботи в імпульсних електронних схемах, які у десятки разів дешевші, ніж спеціалізовані радіочастотні, дав підстави припустити, що за певних умов вони можуть задовільно працювати в схемах підсилення потужності РЧ сигналів.

Ми у своїй роботі дослідили можливості застосування імпульсних транзисторів типу IRF 630 в широкосмуговому підсилювачі потужності РЧ, призначеному для роботи у КХ радіопередавачах. За основу були взяті конструкції, розроблені для транзисторів КП 904 А і допрацьовані таким чином, щоб компенсувати високі вхідні ємності імпульсних транзисторів, зменшити завал АЧХ на частотах понад 20 МГц та забезпечити їхню температурну стабільність.

Внаслідок проведених досліджень ми отримали широкосмуговий підсилювач потужності РЧ, який за своїми параметрами не поступається підсилювачу на спеціалізованих транзисторах КП904А, а за надійністю дещо перевищує його.

Розроблений нами підсилювач може бути використаний як вихідний у короткохвильовій апаратурі зв'язку будь-якого призначення.

Література

1. Бунин С.Г. Транзисторные усилители мощности высокой частоты / С.Г. Бунин, Л.П. Яйленко // Справочник радиолюбителя – коротковолновика.– К.: Техника, 1984. – Гл. 3, § 4. – С. 124 – 164.

2. Титовка И. Транзисторный КВ усилитель мощности // Радио. – 2008. – № 2 – С. 51 – 52.

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ПЛАСТМАС

Могильний І.В.

Ніжинський державний університет ім. Миколи Гоголя

При розробці виробів з використанням полімерів слід враховувати теплофізичні характеристики компонентів. Однією з таких характеристик є коефіцієнт теплопровідності, який ми визначали методом динамічного калориметра, теоретична основа якого викладена в роботі [1].

Для стаціонарного процессу теплопровідності при відсутності внутрішніх джерел тепла уніфіковане диференціальне рівняння теплопровідності (одномірна задача):

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{m}{x}\frac{\partial t}{\partial x}\right) \pm \frac{q_v}{C_p \rho}$$

запишеться у вигляді: $\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0.$

після подвійного інтегрування та знаходження сталих інтегрування з граничних умов одержуємо розподіл температури в плоскій стінці:

$$t = t_{CT1} + \frac{(t_{CT2} - t_{CT1})}{\delta} x .$$

Скористувавшись рівнянням Фурьє:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}$$

одержимо

$$q = \frac{\lambda}{\delta}(t_{CT1} - t_{CT2}).$$

Результати вимірювання залежності коефіцієнта теплопровідності λ від температури представлені на рис. 1 (для плексигласу) та рис. 2 (для капрону).

Зразки виготовлялися з плоскопараленьних пластин досліджуваних матеріалів шляхом механічної обробки і подальшого шліфування. Товщина зразків діаметром 15мм добиралася відповідно вимог таблиці 4 [2]. Для покращення теплового контакту використовувалась теплостійка паста ПФМС-4.

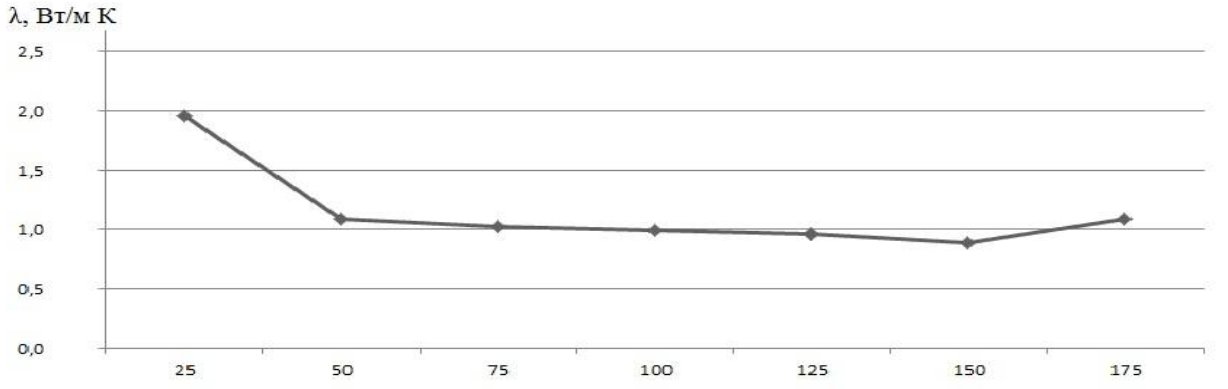


Рис. 1

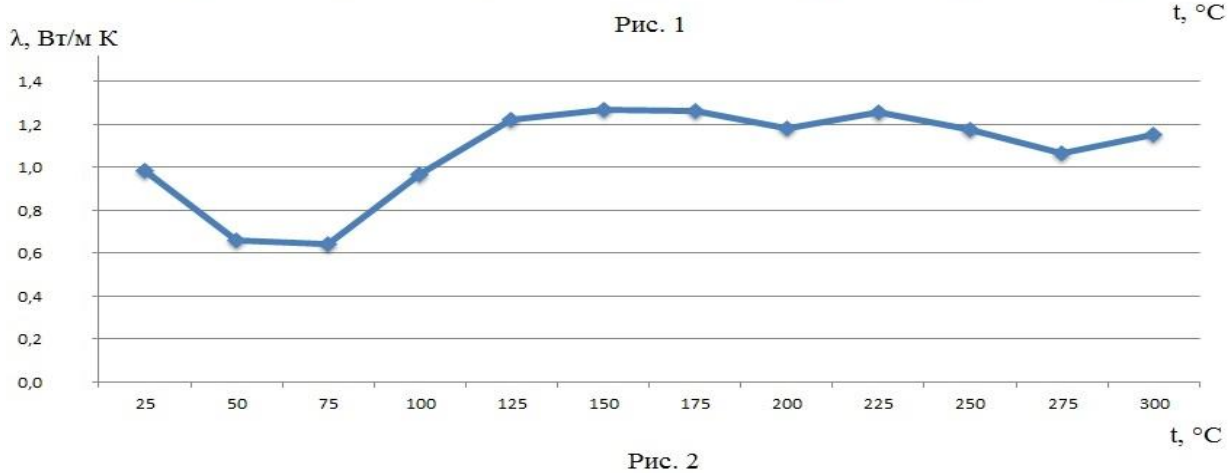


Рис. 2

Висновки. На рис. 1 (плексиглас) спостерігається плавна залежність коефіцієнта теплопровідності λ від температури t. При температурі вище 150˚С відбувається розм'якшення зразка.

Ріст коефіцієнта теплопровідності λ (рис. 2) в інтервалі 75÷125 ˚С можна пояснити збільшенням текучості матеріалу і відповідним зростанням граткової компоненти теплопровідності.

Як видно з рис. 2 в діапазоні 175÷275 ˚С коефіцієнт теплопровідності λ мало залежить від температури. При температурі вище 275 ˚С відбувається розм'якшення зразка і спостерігається збільшення коефіцієнта теплопровідності λ.

Література

1. Шатунов Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме. – М.: Энергия, 1972, – 321с.

2. Измеритель теплопроводности ИТ-λ-400 Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Актюбинск, 1987. – С. 87

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ РЕЛЕ

Прокопенко С.В

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Реле – це пристрій, який реагує на зміни певного параметра в разі досягнення параметром заданої величини замикає або розмикає електричне коло. В різноманітних системах автоматики (захисту від враження струмом, я управління різноманітними процесами виробництва, захисту, комунікацій та ін.) широко застосовуються електромагнітні реле.

Важливими характеристиками таких реле є час спрацювання та час відпускання. Його необхідно, зокрема, враховувати коли використовують кілька реле, які працюють в єдиній автоматичній системі. Проте час спрацювання (відпускання) реле дуже короткий і становить мілі та мікро секунди. Тому для його вимірювання необхідно застосовувати спеціальні методи вимірювання коротких проміжків часу.

Існує кілька методів вимірювання коротких проміжків часу. Найбільш поширені вимірювання, в яких часовий інтервал кодується імпульсами опорного генератора з наступною інтерполяцією меж фронтами таких імпульсів.

За відсутності відповідної бази приладів ми пропонуємо скористатися осцилоскопічним методом вимірювання часових характеристик реле. На рисунках 1–4 наведено принципові схеми та відповідні їм осцилограми напруг, що одержуються під час проведення вимірювань з використанням одно- та двопроменевого осцилографів.

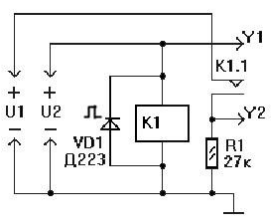


Рис. 1

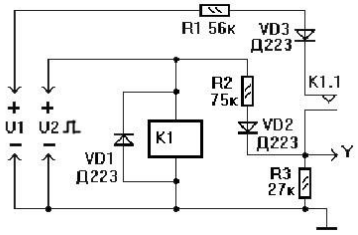


Рис. 2

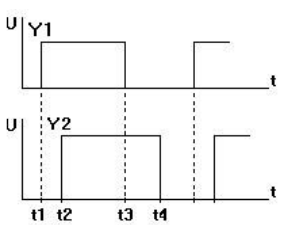


Рис. 3

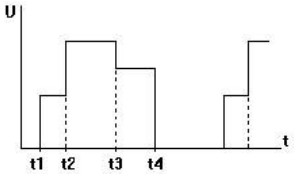


Рис. 4

Час спрацювання та відпускання можна визначити за зсувом осцилограм напруги (рис. 3) або за "сходинками" напруги які з'являються після спрацювання реле (рис 4).

ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ НАНОКРИСТАЛІВ ZNO ТА ПОЛІМЕРІВ

Солоненко Д.І.
Національний університет "Києво-Могилянська Академія"
E-mail: dsolonenko@yahoo.com

Нанокомпозити напівпровідникових кристалів (квантових точок) в полімерах – це перспективні матеріали для нано-оптоелектроніки та фотоніки, які є привабливими як з точки зору дешевизни виготовлення, так і з точки зору можливості варіювання їхніх властивостей в дуже широких межах. В даній роботі досліджувались оптичні властивості нанокомпозитів ZnO в полімерах (полівініловий та ізопропіловий спирти), синтезованих колоїдним методом. Для досліджень використовувався метод фотолюмінесценції. Спостерігалося інтенсивне випромінювання зразків у видимій області спектру. Продемонстровано, що нанокомпозити, отримані за допомогою колоїдного методу мають відмінні властивості від подібних об’єктів, створених золь-гель методом та термічним напиленням. Аналіз спектрів люмінесценції вказує на те, що основні смуги випромінювання пов’язані з наявністю дефектних станів різної природи, що було підтверджено вивченням залежностей інтенсивності люмінесценції від накачки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ 4H-SIC МЕТОДАМИ ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЇ

Трофимчук Л.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Одним з перспективних напрямків сучасної фізики є дослідження поверхні твердого тіла та взаємодії поверхневих електромагнітних хвиль інфрачервоного діапазону з поверхнею та тонкими шарами напівпровідників. Оскільки поверхня впливає на ефективність роботи багатьох напівпровідникових приладів (акусто-, опто- та наноелектроніка).

Один із найменш досліджених політипів карбіду кремнію являється 4H-SiC. Політип 4H-SiC – напівпровідник із просторовою групою вюртрициту $P6_3mc$, який має в елементарній комірці 8 атомів. Враховуючи фізико-хімічні властивості, вказаний монокристал може мати важливе значення для створення на його основі різних оптичних приладів, здатних працювати в хімічно та радіаційно активних середовищах.

До найбільш вагомих властивостей 4H-SiC слід віднести: велика ширина забороненої зони (3,34 еВ), висока рухливість носіїв струму (264 $см^2/(В•с)$), хімічна стійкість, висока теплопровідність ($2{,}77 \cdot 10^{-6}$ $К^{-1}$).

У роботі проведено дослідження спектрів відбивання полярного, оптично-анізотропного монокристала 4H-SiC (рис. 1). Експериментальні дані отримані за допомогою інфрачервоного спектрометра ИКС-31 та приставки ИПО-22. Експеримент показав, що в області частот поперечного та повздовжнього оптичного фонона $\upsilon \approx$ 800–1000 $см^{-1}$ є ділянка з високим коефіцієнтом відбивання, зумовленим дипольними коливаннями гратки. Ці спектри добре узгоджуються з теоретичними розрахунками спектрів ІЧ відбивання R(ν), проведеними за допомогою рівнянь Гельмгольца-Кеттлера.

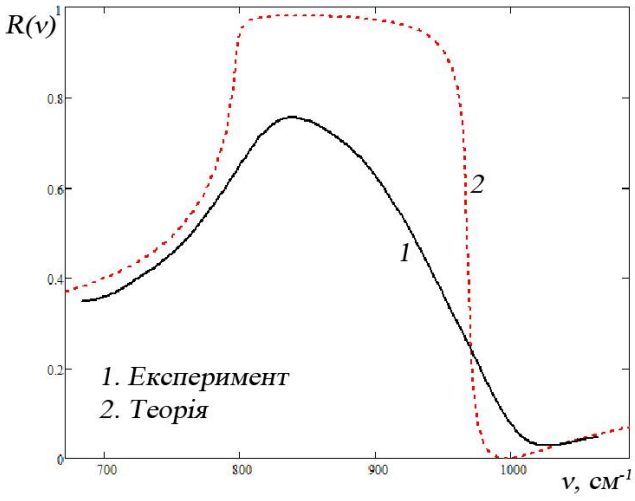


Рис. 1. Залежність коефіцієнта відбивання

R(ν) поверхні 4H-SiC від частоти.

Дисперсійний аналіз спектрів ІЧ відбивання 4H-SiC, проведений на ЕОМ, дозволив визначити основні його характеристики: коефіцієнт затухання фононів γ_F, коефіцієнт затухання плазмонів γ_P, частоту плазменного резонансу ν_P. Також на основі отриманих даних розраховано комплексний показник заломлення $(n - ik)$ та діелектричну функцію $(\varepsilon' + i\,\varepsilon'')$.

Вперше показано, що для карбіду кремнію 4H в ІЧ-області спектра спостерігається інтенсивна смуга відбивання, що дозволяє застосовувати даний матеріал для створення оптичних приладів, а його унікальні властивості гарантують стабільність значень коефіцієнта відбивання протягом багатьох років.

Література

1. Венгер Є.Ф., Мельничук О.В., Пасічник Ю.А. Спектроскопія залишкових променів. – К.: Наукова думка, 2001. – 191 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ МЕДУ

Чайдак С.В.
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
E-mail: chaj.nezhin@gmail.com

Одним із завдань навчання фахівців із прикладної фізики є підготовка їх до роботи експертами із визначення якості різної продукції, втому числі і продуктів харчування. У зв’язку з цим було поставлено завдання ознайомитися з методами визначення якості бджолиного меду та використати їх практично.

Показники якості та безпеки меду проводилися відповідно до ГОСТ 19792-2001 "Мед натуральний" і включали в себе органолептичні та фізико-хімічні дослідження показників меду.

Органолептичні показники визначались у такій послідовності: спочатку визначали зовнішній вигляд – механічні домішки, колір, кристалізацію, ознаки бродіння, а далі нагрівали мед до температури 40°С та визначали аромат, консистенцію і смак. У процесі оцінки було встановлено, що всі органолептичні показники відповідали вимогам ГОСТ 19792-2001 "Мед натуральний".

Водність натурального меду відповідно до ГОСТ 19792-2001 повинна бути не більше 21%, а густина, що залежить від водності, – більше 1,435. Водність меду визначалася способом визначення показника рефракції та визначенням густини меду і становили 17,8 та 17,2 відсотків відповідно. Густина меду мала значення 1,50 г/см^3, що теж відповідає вимогам.

В'язкість меду є показником його зрілості і визначається при температурі 45 °С. В'язкість меду також залежить від його водності. Отримана в'язкість дорівнювала 40 умовним одиницям, що відповідає зрілому меду.

Для з'ясування фальсифікації меду домішками крохмалу або борошна проводилась якісна реакція крохмалу з додаванням йоду. Зміни забарвлення не спостерігалося, що свідчить про відсутність в меду названих домішок.

Визначення питомої активності радіонуклідів у меду проводилася за допомогою радіометра "Прип'ять". Рівень забрудненості визначався за формулою:

$$A = (A_i - A_0) \cdot 10^{-9} \text{ Ê}^3/\text{êã}, \quad (1)$$

де $A_м$ – активність досліджуваної проби меду, $A_ф$ – активність фону.

Визначений рівень питомої активності радіонуклідів у меду виявився рівним $11 \cdot 10^{-9}$ Кі/кг (при максимально допустимому значенні $16 \cdot 10^{-9}$ Кі/кг).

Дослідження пилку в меду на вид рослини-нектароноса проводилися за допомогою мікроскопа. Було виявлено пилкові зерна соняшнику, гарбуза, огірка, що підтверджує натуральність досліджуваного меду.

Література

1. ГОСТ 19792-2001 "Мед натуральний. Технічні вимоги"

2. Аналіз меду – методи визначення натуральності і якості (Методич. вказ. для студ. IV курсу біолог. фак-та спеціалізації "Бджільництво"). – Кіров: ВГСХА, 1997. – 150 с.

ПРОБЛЕМНЕ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Шевчук О.В.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

E-mail: evruka@i.ua

Вступ. У педагогіці ідея проблемності в навчанні не нова, хоча сам термін "проблемне навчання" порівняно новий. Ще давньогрецький філософ

Сократ вважав, що поступовий рух (розвиток) від незнання до знання має йти самостійним або несамостійним шляхом розв'язування проблем, які виникають або які ставить педагог перед учнями під час навчання. Пізніше, наприкінці XIX – на початку XX століття, найістотніші риси проблемного навчання виявилися в шкільній практиці у вигляді евристичного, або дослідницького методу навчання [1].

Ідея проблемності у навчанні втілилася і в методах навчання фізики. За класифікацією, такими методами є: проблемний виклад, евристична бесіда, частково-пошуковий і дослідницький методи. Усі вони різняться ступенем пізнавальної самостійності й активності учнів [1].

Актуальність теми. Велику роль для успішності навчання фізики (як і будь-якого предмету) відіграє мотивація. Якщо учень не хоче навчатися, його навчити неможливо. Дитина з певних причин може сама себе примушувати вчитись, бо так треба. Ясно, що такі види мотивації відіграють певну роль у навчанні, навіть відіграють позитивну роль, бо виховують, наприклад, силу волі та інші корисні якості. Цього не можна не признавати. І такі види мотивації дуже поширені. Але творча особистість при цьому навряд чи виховається. А фізика вимагає розвитку синтезованоготипу мислення. Вивчити фізику, не маючи навичок творчого мислення просто неможливо. Звісно, щось дається дитині від природи, щось від виховання: ми можемо розвивати здібності учня, які у нього вже є в тій, або іншій мірі; починається все з цікавості учня. Щоб розбудити цікавість учня кращого способу, ніж використання проблемних ситуацій немає. [2].

Мета: охарактеризувати проблемний підхід до викладання матеріалу.

Завдання: проаналізувати проблемний метод навчання фізики.

Підхід до створення проблемних ситуацій на уроках був підказаний С.Л.Рубінштейном: "Особливо гострої проблемності ситуація набуває при виявленні в ній суперечностей. Наявність у проблемній ситуації суперечливих даних збуджує процес мислення, спрямований на вивільнення" [3].

Отже, ввести учнів у проблемну ситуацію – це значить наштовхнути їх на суперечності. Проблемні ситуації в ході пізнання можуть виникнути й тоді, коли виявляється неповнота наявних знань, прогалини в них [3]. Це означає, що для організації проблемних ситуацій на уроці достатньо показати учням що проведений дослід, або запропоноване питання вони не можуть пояснити. [3].

Теоретичною основою проблемного навчання є закономірності творчого пізнавального процесу. Проблемне навчання як і творчий пізнавальний процес здійснюється в три етапи [2]: створення проблемної ситуації, її аналіз і підведення учнів до необхідності з'ясування певної проблеми; Учні висловлюють здогадки і гіпотези щодо розв'язання проблеми, які у ході обговорення аналізуються з тим, щоб знайти найбільш раціональні способи її розв'язання; висловлені здогадки або гіпотези перевіряються теоретично або експериментально, робиться висновок. (У ході розв'язку досліджуються деякі сторони об'єкта або явища, що вивчаються). У результаті такої діяльності учні одержують певну систему знань.

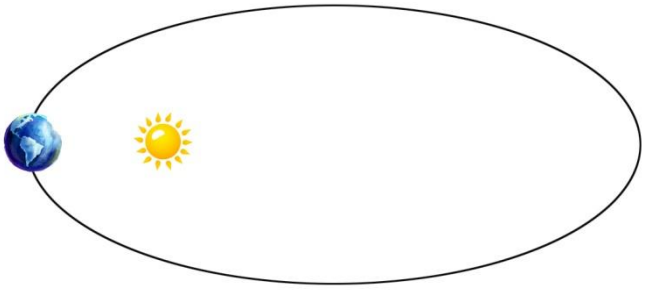
Отже, проблемна ситуація передбачає залучення учня до її розв'язання, її суть в суб'єктивному психологічному стані, у переживанні пізнавальних труднощів, яке супроводжується усвідомленням того, що істина десь близько, щоб її знайти треба лише подумати. Проблемна ситуація викликає появу інтересу до виучуваного питання, залучає учня до активного пізнавального пошуку. Ввести учня в проблемну ситуацію – означає наштовхнути його на суперечності [2].

Приклад.

Задача

Узимку Земля ближче до Сонця, ніж влітку. Однак взимку холодніше, ніж влітку. Як це пояснити [4]?

Розв'язок



Освітленість Земної поверхні сонячним потоком енергії залежить не тільки від відстані, але і від кута падіння променів Сонця на Землю $E = \frac{I}{r^2}\cos\alpha$, де I - сила світла, r – відстань, α – кут падіння. Хоча взимку Земля і ближче до Сонця, ніж влітку, кут падіння променів взимку (у зв'язку з нахилом земної осі до площини її орбіти) на північну півкулю Землі більший, ніж влітку. Цей фактор виявляється більш суттєвим, ніж відносно невелика наближення Землі до Сонця [4].

Висновок. Проблемне навчання, виступає природним засобом активізації пізнавальної діяльності учнів.

Література

1. Березовська Н. Проблемне навчання як засіб розвитку творчих здібностей учнів / Н. Березовська // Фізика, 2002. – № 30. – С. 12.
2. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы / А.И. Бугаев. – М.: Просвещение, 1981. – 288 .
3. Тевлін Б. К. Розвиток творчих здібностей за допомогою проблемного навчання. / Б.К. Тевлін // Фізика в школах України, 2004. – № 19. – С. 10.
4. Тульчинский М.Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике / М.Е. Тульчинский. М.: Просвещение, 1971. – 160 с.

МЕХАНІЗМ РОЗСІЮВАННЯ ДІРОК В АРСЕНІДІ ГАЛІЮ ЛЕГОВАНОМУ ЦИНКОМ ПРИ КІМНАТНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ

Шелемін А.М.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Арсенід галію – один з найцікавіших напівпровідникових матеріалів як з наукової так і з практичної точок зору. В природі арсенід галію не

зустрічається. Цей напівпровідник має ряд важливих фізичних характеристик, що зумовлюють його широке використання у напівпровідниковій електроніці.

Метою цієї роботи є ідентифікація переважаючого механізму розсіювання дірок в арсеніді галію легованому цинком при кімнатній температурі на основі вимірювань термоЕРС α та коефіцієнта Холла R. Зразки для досліджень були отримані методом напрямленої кристалізації з розплаву. Вимірювання питомої електропровідності та коефіцієнта Холла виконували на постійному струмі в постійних магнітному і тепловому полях звичайним компенсаційним методом. ТермоЕРС вимірювали стаціонарним методом. Усі вимірювання проводили при кімнатній температурі [1]. Склад зразків, концентрація дірок, їх рухливість та термоЕРС наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Деякі електричні параметри $(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$ при Т=300К

Система	№ зразка	Склад, 1-х	p, $см^{-3}$	u, $см^2/В\cdot с$	α, мкВ/К
$(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$	1	0,0001	$1{,}9\cdot 10^{18}$	111	450
	2	0,001	$3{,}6\cdot 10^{19}$	62	220
	3	0,005	$8{,}8\cdot 10^{19}$	31	150

- похибка визначення p – 4%;

- похибка визначення u – (3-4%);

- похибка визначення α - 5%.

Виходячи з даних термоЕРС, за допомогою номограм визначався приведений рівень Фермі μ^* для різних параметрів розсіювання r, після чого за відомою формулою для концентрації носіїв заряду в параболічній зоні

$$p = 4\pi\left(\frac{2m^*kT}{h^2}\right)^{\frac{3}{2}} F_{1/2}(\mu^*), \qquad (1)$$

де $F_{1/2}(\mu^*)$ – інтеграл Фермі індекса "$\frac{1}{2}$", розраховувалися ефективні маси густини станів дірок m^* для різних механізмів розсіювання (табл. 2). Для виділення переважаючого механізму розсіювання порівнювався приведений рівень Фермі визначений за даними термоЕРС, та обрахований за формулою $\mu^*=\mu$ /kT, де:

$$\mu = 3{,}56\cdot 10^{-15} p^{\frac{2}{3}} \frac{m}{m} \text{ , еВ} \qquad (2)$$

а k, T – відповідно стала Больцмана та абсолютна температура (Т=300К).

Таблиця 2

Приведений рівень Фермі μ^* та ефективна маса густини станів $\frac{m^*}{m}$ в легованому цинком арсеніді галію для різних значень параметра розсіювань r (T=300K)

Система	№ зразка	Склад , 1-х	r = 0		r = $\frac{1}{2}$		r = 2	
			μ^*	$\frac{m^*}{m}$	μ^*	$\frac{m^*}{m}$	μ^*	$\frac{m^*}{m}$
$(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$	1	0,0001	-3,2	1,53	-2,7	1,1	-1,2	0,42
	2	0,001	-0,3	1,79	0,3	1,3	2,4	0,56
	3	0,005	1,1	1,63	2,0	1,15	4,8	0,56

- *похибка визначення m^* складає 16%;*
- *похибка визначення μ^* складає 10%.*

Приведений рівень Фермі μ^*, визначений за допомогою номограм для різних r, та приведений рівень Фермі, визначений за формулою (2), наведені в таблиці 3. Ефективні маси дірок $\frac{m^*}{m}$, необхідні для розрахунків μ^* за формулою (2), брали з таблиці 2, а також з монографій [3, с. 167; 4, с. 192].

Як видно з таблиці 3, найкраща кореляція приведеного рівня Фермі, визначеного за номограмою та формулою (2), має місце для параметра розсіювання r=2. У цьому випадку $\frac{m^*}{m}$ = (0,42-0,56), що близько до загальноприйнятої величини ефективної маси дірок в p-GaAs m^* = 0,5m [30]. Тому можна припустити ,що одним з імовірних механізмів розсіювання дірок в $(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$ є розсіювання на іонах домішки. Це узгоджується з висновками, отриманими іншими дослідниками [4, с. 255 .

Якщо ж зважити на аргументи авторів монографії [4] і прийняти що m^* близька до 1,0m ,то кореляція величини приведеного рівня Фермі погіршується і для параметра розсіювання r = $\frac{1}{2}$ (розсіювання на оптичних коливаннях гратки при $T < T_\theta$, де T_θ для GaAs дорівнює 405К [4? с/ 248], і для r=0 (розсіювання на акустичних коливаннях).

Таблиця 3

Концентрація носіїв заряду p в зразках $(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$ та приведений рівень Фермі μ^*, визначений за номограмами та формулою (2) для T=300K

Система	№ зразка	Склад 1-X	P, $см^{-3}$	μ^*							
				ном.	форм. 2	ном.	форм.2	ном.	форм.2	форм.2	
				r=0	$r=\frac{1}{2}$	r=$\frac{1}{2}$	–	r=2	–	m^*=0,5m [3]	m^*=1,0m [4]
$(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$	1	0,0001	$1,9 \cdot 10^{18}$	-3,2	0,1	-2,7	0,2	-1,2	0,5	0,4	0,2
	2	0,001	$3,6 \cdot 10^{19}$	-0,3	0,8	0,3	1,2	2,4	2,7	3,0	1,5
	3	0,005	$8,8 \cdot 10^{19}$	1,1	1,7	2,0	2,4	4,8	4,8	5,4	2,7

- *похибка визначення μ^* за формулою (2) складає 19%.*

Література

1.Электрические свойства твердых растворов $(GaAs)_x(Zn)_{1-x}$/А.В. Войцеховский, Н.Г.Вялый, А.Д. Пашун // Из-в. АН СССР. Неорганические материалы. – 1980. – № 11.– С. 1909–1911.

2.Рассеяние носителей тока в арсениде галлия при сильном вырождении/ О.В.Емельяненко, Т.С.Лагунов, Д.Н.Наследов // Физика и техника полупроводников. – 1960. – Т. II, в.2. – С.192.

3.Маделунг О.Физика полупроводниковых соединений елементов III и V групп /О. Маделунг . – М.: Мир, 1967. – 477с.

4. Арсенид галлия. Получение, свойства и применение / [Бурдуков Ю.М., Гашимзаде Ф.М., Гольдберг Ю.А. и др.]; под. ред. Ф.П.Кесаманлы и Д.Н.Наследова. – М.: Наука, 1973. – 471с.

РОЗРАХУНОК, ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАПРЯМЛЕНИХ АНТЕН КХ ТА УКХ ДІАПАЗОНІВ

Якименко І.А.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Одним із основних елементів КХ та УКХ радіостанцій, який значною мірою визначає надійність та якість радіозв’язку, є антена.

З часів винайдення радіо О.С.Поповим, який запропонував антену та заземлення для збільшення далекодії перших радіоустановок, фахівцями з радіотехніки розроблено сотні видів антен, кожен з яких має свої переваги і недоліки.

Однак, проблема створення нових, вивчення та удосконалення відомих конструкцій залишається актуальною і в наш час. Впровадження систем радіозв'язку в різні галузі народного господарства, у військову та космічну сфери, та, навіть, у побут вимагають все досконаліших конструкцій антенно-фідерних пристроїв з максимальним ККД та із заданими характеристиками. Особливу увагу фахівці приділяють створенню антен з високим коефіцієнтом підсилення та широкою смугою пропускання.

Ми в своїй роботі на основі вивчення даних науково-технічної літератури провели аналіз основних способів одержання напрямленого випромінювання та відомих конструкцій антен, в яких ці способи реалізуються, і прийшли до висновку, що найпростішими, кращими і за електричними параметрами, і за матеріальними витратами на їх виготовлення, є антени типу "хвильовий канал" та рамкові антени з квадратними чи трикутними елементами.

Подальші теоретичні дослідження антен зазначених видів із застосуванням комп`ютерної програми "MMANA" показало, що вони за однакової кількості елементів повинні мати близькі коефіцієнти підсилення, але завдяки специфічній діаграмі напрямленості рамкові антени повинні бути ефективнішими для здійснення радіозв`язку на великі відстані.

З експериментальною метою нами були розраховані трьохелементні антена типу "хвильовий канал " та рамкова антена типу "потрійний квадрат " для діапазону 14 – 14,5 МГц. Для перевірки розрахованих параметрів були виготовлені і досліджені моделі зменшених розмірів у пропорції 1 : 10, тобто, на частоту 145 МГц .

Вимірювання основних характеристик дослідних зразків, зокрема, на основі експериментально одержаних діаграм напрямленості випромінювання, підтвердили результати теоретичних висновків про надзвичайно високу ефективність рамкових антен для систем далекого радіозв`язку.

Література

1. Драбкин А. Л., Коренберг Е. Б. Антенны. – М.: Радио и связь, 1992. – 144 с.

2. Ротхаммель К. Антенны: Пер. с нем. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

ЗМІСТ

ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА, ІНФОРМАТИКА, ПРОГРАМУВАННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ

Василюк А.В. До питання про дослідження прикладних пакетів програм та обчислювальних систем для моделювання теплогідравлічних процесів ... 3
Коновал О.В. До питання про математичне моделювання тяжких аварій на АЕС ... 5
Павлюк А.В. Застосування вибіркового методу для прогнозування у навчальному закладі ... 7
Примаченко А.Г. Метод максимальної вірогідності в теорії тестування ... 8
Романенко Л.В. Основні задачі оптимального управління процесами, що описуються диференціальними рівняннями ... 10
Шпак Д.С. Построение композиции операторов Вольтера-Винера для одного класса эволюционных операторов ... 12

ЕЛЕМЕНТАРНА ТА ВИЩА МАТЕМАТИКА І МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Беба О.В. Методика вивчення елементів стохастики в старшій школі ... .15
Білоус О.А., Сиротенко В.С. Програмне забезпечення математичної освіти ... 16
Захарченко Н.М., Лопатка Р.І. Вплив самоконтролю та прояв пізнавальної самостійності студентів на заняттях з вищої математики ... 17
Клименко І.М. Формування евристичної діяльності старшокласників у процесі навчання алгебри і початків аналізу ... 18
Майдан І.М., Чорненька О.В. Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь з параметром та особливою точкою ... 19
Марчукова Ю.В. Радіан і одиничне коло в методичній системі вивчення тригонометричних функцій числа ... 22
Мороз Ю.С., Щасна Л.Ф. Методика викладання елементарної математики з використанням ІКТ ... 25
Петрик М.А. Елементи історизму в процесі вивчення математики в основній школі ... 27
Юрова Ю.В. Координатно-графічні зображення поверхонь другого порядку ... 28

ФІЗИКА, АСТРОНОМІЯ ТА МЕТОДИКА ЇХ ВИКЛАДАННЯ

Бортник П.О. Монокристал $LiNbO_3$ в ІЧ області спектра ... .29
Губерт М. С. Сингулярні поверхневі поляритони ... .30

Жук О.О. Оптичні методи контролю стану навколишнього середовища..... 31
Завіралов П.В. Дослідження магнітооптичних ефектів
в оптичноанізотропних монокристалах ZnO та 6H-SiC в ІЧ області..... 32
Ільченко С.Г., Кнорозок Л.М. Деаерація – засіб підвищення ефективності
тепломагістралей 33
Квач Є.М. Визначення детонаційних характеристик нафтових продуктів за
допомогою інфрачервоної спектроскопії..... 34
Кнорозок Л.М., Павленко Я.М. Використання економайзерів в двигунах
внутрішнього згорання 35
Коченко І.В. Розподіл глибоких станів у напівпровідникових
гетероструктурах 36
Лобода О.М. Фізичні задачі з техніко-технологічним змістом як засіб
формування пізнавальної мотивації учні..... 38
Лозко В.І. Розроблення та налаштування широкосмугового підсилювача
потужності РЧ діапазону 39
Могильний І.В. Визначення коефіцієнта теплопровідності пластмас 40
Прокопенко С.В. Вимірювання часових характеристик
електромагнітних реле..... 42
Солоненко Д.І. Фотолюмінесцентні дослідження композитів на основі
нанокристалів ZNO та полімерів 43
Трофимчук Л.В. Дослідження властивостей 4H-SiC
методами ІЧ-спектроскопії..... 43
Чайдак С.В. Визначення якості меду 44
Шевчук О.В. Проблемне навчання фізики як основна складова
навчального процесу..... 45
Шелемін А.М. Механізм розсіювання дірок в арсеніді галію легованому
цинком при кімнатній температурі 47
Якименко І.А. Розрахунок, дослідження та порівняння характеристик
напрямлених антен КХ та УКХ діапазонів..... 50

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДНИЧИХ ТА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК"

Тези доповідей

Технічний редактор – Сливко В. П.
Верстка, макетування – Приходько Н. О.

Видання друкується за авторським редагуванням

Підписано до друку .	Формат 60x84/16.	Папір офсетний.
Гарнітура Computer Modern.	Ум. друк. арк. 2,45	Тираж ___ прим.
Замовлення №		

Видавництво
Ніжинського державного університету
імені Миколи Гоголя.
м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3/4

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК №2137 від 29.03.05 р.

8(04631)7-19-72
E-mail: vidavn_ndu@mail.ru