

O. P. PRISHCHENKO, N. V. CHEREMSKAYA, T. T. CHERNOGOR, S. I. BUKHKALO

INNOVATIVE METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE HIGHER MATHEMATICS TO STUDENTS STUDYING CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING

The article discusses some innovative methods that can be used in practical classes in higher mathematics, teaching students of chemical specialties. The possibilities for the development of competencies in complex interuniversity projects are closely related to the issues of classifying all types of interrelationships of disciplines within the framework of courses according to curricula, as well as the choice of additional universal competencies. Mathematics for chemical process engineers is, first of all, a useful tool for solving many chemical and technological problems and tasks. The typical curriculum takes into account the modern needs of related and special disciplines in the mathematical education of students, and consists of four main sections: the foundations of algebra and analytical geometry, mathematical analysis, differential equations, probability theory and mathematical statistics. When writing the article, many years of experience in teaching students of chemical specialties by the department 'Higher Mathematics' of the National Technical University «KhPI» were used. The purpose of the scientific research of teachers and students presented in the article is to increase the competitiveness of Ukrainian technical education in the world market by developing and implementing innovative models and methods. When writing this article, the authors pursued three goals. First, to give the general course of mathematics for students of chemical and related specialties an appropriate professional orientation; secondly, to form in students of the first years of study ideas about the mathematical apparatus, information technologies and the mathematical modeling of modern chemistry and, thirdly, to instill in students the primary skills of building mathematical models of the simplest physical and mathematical processes when studying a mathematics course.

Keywords: information technologies, mathematical modeling, innovative methods, chemical kinetics, function of one variable, Raoult's law, equilibrium line, differential equation, vector, regression analysis.

О. П. ПРИЩЕНКО, Н. В. ЧЕРЕМСЬКА, Т. Т. ЧЕРНОГОР, С. І. БУХКАЛО

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ ВИЩА МАТЕМАТИКА СТУДЕНТАМ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬ ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЮ

У статті розглянуто деякі інноваційні методи, які можна використовувати на практичних заняттях з вищої математики, навчаючи студентів хімічних спеціальностей. Можливості розвитку компетенцій комплексних міжвузівських проектів тісно пов'язані з питаннями класифікації всіх видів взаємозв'язків дисциплін в рамках курсів за навчальними програмами, а також вибором додаткових універсальних компетенцій. Математика для інженерів хіміків-технологів – це насамперед корисний інструмент для вирішення багатьох хіміко-технологічних проблем та завдань. Типова навчальна програма враховує сучасні потреби суміжних та спеціальних дисциплін у математичній освіті студентів, і складається з чотирьох основних розділів: основ алгебри та аналітичної геометрії, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики. Під час написання статті використано багаторічний досвід викладання студентам хімічних спеціальностей кафедрою «Вища математика» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Метою представлено у статті наукового дослідження викладачів та студентів є підвищення конкурентоспроможності української технічної освіти на світовому ринку шляхом розробки та впровадження інноваційних моделей та методів. При написанні статті автори мали три цілі. По-перше, надати загальному курсу математики для студентів хімічних та суміжних спеціальностей відповідну професійну спрямованість; по-друге, сформувати у студентів перших років навчання уявлення про математичний апарат, інформаційні технології та математичне моделювання сучасної хімії, по-третє, прищепити студентам первинні навички побудови математичних моделей найпростіших фізико-математичних процесів щодо курсу математики.

Ключові слова: інформаційні технології, математичне моделювання, інноваційні методи, хімічна кінетика, функція однієї змінної, закон Рауля, лінія рівноваги, диференціальне рівняння, вектор, регресійний аналіз.

О. П. ПРИЩЕНКО, Н. В. ЧЕРЕМСКАЯ, Т. Т. ЧЕРНОГОР, С. И. БУХКАЛО

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА СТУДЕНТАМ, ИЗУЧАЮЩИМ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИЮ

В статье рассматриваются некоторые инновационные методы, которые можно использовать на практических занятиях по высшей математике, обучая студентов химических специальностей. Возможности развития компетентностей комплексных межвузовских проектов тесно связаны с вопросами классификации всех видов взаимосвязей дисциплин в рамках курсов по учебным программам, а также выбором дополнительных универсальных компетентностей. Математика для инженеров химиков-технологов – это, в первую очередь, полезный инструмент для решения многих химических технологий и задач. Типовая учебная программа учитывает современные потребности смежных и специальных дисциплин в математическом образовании студентов, и состоит из четырех основных разделов: основ алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики. При написании статьи использован многолетний опыт преподавания студентам химических специальностей кафедрой «Высшая математика» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Задачей представленного в статье научного исследования преподавателей и студентов является повышение конкурентоспособности украинского технического образования на мировом рынке путем разработки и внедрения инновационных моделей и методов. При написании статьи авторы преследовали три цели. Во-первых, придать общему курсу математики для студентов химических и смежных специальностей соответствующую профессиональную направленность; во-вторых, сформировать у студентов первых лет обучения представления о математическом аппарате, информационных технологиях и математическом моделировании современной химии и, в-третьих, привить студентам первичные навыки построения математических моделей простейших физико-математических процессов при изучении курса математики.

Ключевые слова: информационные технологии, математическое моделирование, инновационные методы, химическая кинетика, функция одной переменной, закон Рауля, линия равновесия, дифференциальное уравнение, вектор, регрессионный анализ.

Introduction. The possibilities for the development of competencies of complex interuniversity projects are closely related to the issues of classifying all types

© Prishchenko O.P., Cheremskaya N.V., Chernogor T.T., Bukhkalov S.I., 2022

of interrelationships of disciplines within the framework universal competencies, example, the information technologies. Mathematics for chemical process engineers is, first of all, a useful tool for solving many chemical and technological problems and tasks. It is difficult to find a branch of mathematics that is not used to solve these problems at all stages of their analysis. The basis of statistical thermodynamics is the theory of probability, organic chemistry uses graph theory to predict the properties of complex organic molecules, the main tool of chemical kinetics is differential equations, chemical thermodynamics makes extensive use of topology and differential geometry methods.

The course of higher mathematics is the basis for the physical and mathematical training of university chemists, example, the information technologies. [1–5].

Statement of the problem in general and its connection with important the information technologies. scientific or practical problems.

The main goal of teaching the academic discipline 'Higher Mathematics' is to prepare students to use the modern mathematical apparatus as an effective tool for solving scientific and practical problems in the field of chemical and related disciplines.

The main tasks of teaching the academic discipline 'Higher Mathematics':

- to form students' understanding of the modern mathematical apparatus necessary for solving theoretical and practical problems in future professional activities;
- to instill the ability to independently expand mathematical knowledge, to use reference literature on mathematics and its applications in practical and research work;
- to develop the following personal qualities necessary for solving scientific and applied problems: logical thinking, analytical skills, intelligence, interest in the formal-model description and study of reality using the language, means and methods of modern mathematics.

The typical curriculum takes into account the modern needs of related and special disciplines in the mathematical education of students, and consists of four main sections: the foundations of algebra and analytical geometry, mathematical analysis, differential equations, probability theory and mathematical statistics [6–9].

As a result of studying the discipline 'Higher Mathematics', the student should know: elements of set theory and mathematical logic; matrix calculus, methods for solving algebraic equations and their systems; methods of vector algebra, analytic geometry, probability theory, mathematical statistics, mathematical analysis as applied to functions of one and several real variables; numerical methods applied to solving problems of chemical content; the natural scientific meaning of differentiation and integration, the meaning of critical and stationary points of a function in relation to the first derivative of a function and derivatives of higher orders in problems of chemical content, solving problems for the material balance equation, problems of dissociation and extraction, and other problems of special content; be

able to: use the conceptual apparatus of matrix calculus and apply the methods of linear algebra, methods for solving algebraic equations and their systems; apply the methods of vector algebra, methods for solving differential equations and a number of problems of mathematical physics, mathematical analysis as applied to a function of one and several real variables; give a geometric interpretation of functional dependencies on the plane and in space; apply methods of probability theory for mathematical modeling of random variables and finding their numerical characteristics; apply methods of the theory of statistical estimation, testing of statistical hypotheses, regression and correlation analysis; own: the mathematical apparatus of matrix calculus and linear algebra for solving problems on the composition of complex mixtures and the direct problem of chemical kinetics, methods for solving algebraic equations and their systems; skills in constructing and analyzing graphs of functional dependencies on a plane and in space; applications of mathematical analysis in chemistry; applications of differential equations and their systems in chemistry; probabilistic-statistical methods of mathematical processing and analysis of the results of a chemical experiment [8].

Presentation of the main research material.

The Department of Higher Mathematics of the National Technical University 'Kharkiv Polytechnic Institute' has many years of experience in teaching chemical specialties to students.

The purpose of the scientific research of teachers and students presented in the article is to increase the competitiveness of Ukrainian technical education in the world market by developing and implementing innovative models and methods.

When writing this article, the authors pursued three goals. First, to give the general course of mathematics for students of chemical and related specialties an appropriate professional orientation; secondly, to form in students of the first years of study ideas about the mathematical apparatus of modern chemistry and, thirdly, to instill in students the primary skills of building mathematical models of the simplest physical and mathematical processes when studying a mathematics course [11–15].

Let's consider some tasks with a chemical content, the solution of which in practical classes in higher mathematics will allow us to realize some of the above goals and objectives.

When studying the topic "Investigation of a function of one variable", it is useful to solve the problem of constructing an equilibrium line.

Let some substance of M being in an air environment as steams be taken in by water. In such the case it is said that a substance goes across from a gas phase Φ_y in a liquid phase Φ_x , where x and y at are his concentrations accordingly in liquid and gas phases. Clear that in initial moment of process concentration $x=0$.

With beginning of dissolution of substance of M in water there is a transition of part of his molecules in retrograde with speed, to the proportional concentration of M in water and on the border of division of phases.

In course of time speed of transition of M will decrease in water, and speed of reverse transition to increase, thus this process will proceed until transition speeds in both directions will not become equal.

Such process state is named a *dynamic equilibrium*, and at him there will not be a change of concentration of substance in each their phases. Concentrations of substance of M set here in contacting phases Φ_x and Φ_y named *equilibrium* and are in certain functional dependence:

$$y = f(x),$$

chart, named that by the *line of equilibrium*.

Raoult's law: partial pressure of any component in pairs above mixture of liquid is equal to the product of pressures of the saturated steam of this component on his mole fraction in a liquid, that is

$$p = Px,$$

where p is partial pressure of component in pairs; P is pressure of steam of clean component; x is a mole fraction of the indicated component in a liquid.

Such property is possessed, for example, mixture of benzol and toluene, mixture of isomer hydrocarbons of and other.

Dalton's law: common pressure of P of steams of mixture is equal to the sum of partial pressures of components, that is

$$P = P_A x_A + P_B x_B, \quad (1)$$

where A and B are the components included in mixture.

We will consider binary mixture from components A and B , conformable to the Raoult's law, and we will set connection between the equilibrium concentrations of component A in gas and liquid phases.

We will designate the mole fractions of components A and B a liquid accordingly through x_A and x_B .

Considering, that

$$x_A + x_B = 1, \quad (2)$$

we will write down the Raoult's law for each of them:

$$\begin{aligned} p_A &= P_A x_A; \\ p_B &= P_B x_B = P_B (1 - x_A). \end{aligned} \quad (3)$$

According to equality (1), we will find common pressure of P of steams of mixture, taking into account here correlation (2):

$$P = P_A + P_B (1 - x_A). \quad (4)$$

On the other hand, knowing common pressure of P above mixture and partial pressure of легколетучего

component A , it is possible to define maintenance of him in pairs, shown in mole fractions:

$$y_A = \frac{P_A}{P},$$

from (see formulas (3), (4)) where

$$y_A = \frac{P_A x_A}{P_A x_A + P_B (1 - x_A)},$$

or

$$y_A = \frac{\alpha x_A}{1 + (\alpha - 1)x_A}, \quad (5)$$

where $\alpha = \frac{P_A}{P_B}$ and named *relative volatility*.

Equation (5) expresses analytical connection between the molar stakes of highly volatile component in pairs and in a liquid and named equation of line of equilibrium [17].

Problem. To investigate the line of equilibrium of binary mixture from components A and B , conformable to the Raoult's law, and to build her chart.

Decision. We will write down equation (5) in a kind

$$y = \frac{x}{k_1 + k_2 x},$$

where $y = y_A$, $x = x_A$, $k_1 = \frac{1}{\alpha}$, $k_2 = 1 - \frac{1}{\alpha} \neq 0$, and we

investigate a function

$$f(x) = \frac{x}{k_1 + k_2 x}$$

subject to condition $k_1 > 0$ и $k_2 < 0$.

Range of definition

$$x \in \left(-\infty; -\frac{k_1}{k_2} \right) \cup \left(-\frac{k_1}{k_2}; +\infty \right).$$

We will find limits on the left and on the right in a point

$$x_0 = -\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{\alpha - 1} \neq 0.$$

$$\lim_{x \rightarrow x_0 - 0} \frac{x}{k_1 + k_2 x} = +\infty, \quad \lim_{x \rightarrow x_0 + 0} \frac{x}{k_1 + k_2 x} = -\infty.$$

Consequently, $x = -\frac{k_1}{k_2}$ is a vertical two-sided

asymptote.

We will find unvertical asymptotes:

$$k = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{1}{k_1 + k_2 x} = 0, \quad \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{x}{k_1 + k_2 x} = \frac{1}{k_2}.$$

So, $y = \frac{1}{k_2}$ is a horizontal asymptote.

Because, $y' = \frac{k_1}{(k_1 + k_2 x)^2} > 0$ the investigated

function increasing.

Knowing a second derivative $y'' = \frac{-2k_1k_2}{(k_1+k_2x)^3}$, we find the intervals of direction of concavity of chart of function, namely $x < -\frac{k_1}{k_2}$ a concavity is sent up, and for $x > -\frac{k_1}{k_2}$ – downward. Because $x > 0$ and $y < 0$ (as mole fractions), then the line of equilibrium of binary mixture will be located in the first quadrant (fig. 1).

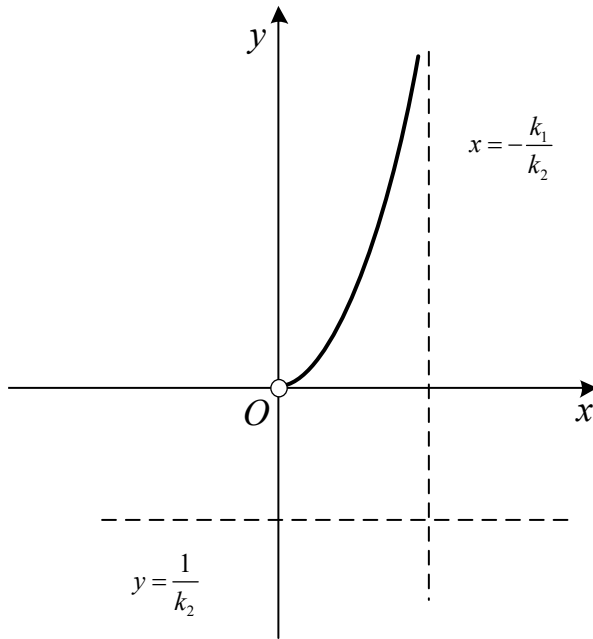


Fig. 1

Let us consider a problem for the solution of which differential equations are used.

Problem. A container, the walls of which form some surface of rotation with a vertical axis, is filled with liquid to a height h . Let a hole with area f be made in the bottom of the vessel, through which the liquid flows out of the vessel. It is necessary to determine the time required for the liquid to drop to a given level or to drain completely. Assuming that during the entire process there is no inflow of liquid into the vessel and that the difference in air pressure at the surface and at the outlet can be neglected, determine the time required for the liquid level in the cylindrical vessel to drop by 0.6 m due to the outflow of liquid, if the diameter of a cylindrical vessel is 3 m, the hole at the bottom of the vessel has a diameter of 57 mm, the vessel filled with liquid up to 1.8 m. Determine how long it will take all the water to drain from the vessel [5].

Decision. The amount of liquid dQ flowing out over time $d\tau$ at a speed ω_1 through the hole is obviously the same $f\omega_1d\tau$. The level of the liquid, the surface of which F will be considered constant over time $d\tau$, will

decrease during this time with a certain speed ω to the height $\omega d\tau$, and therefore, the volume of liquid in the vessel will decrease by the amount $F\omega d\tau$. This value should be equal to the value of dQ . From here we get:

$$dQ = f\omega_1d\tau = F\omega d\tau \quad (6)$$

$$a\text{бo } f\omega_1 = F\omega. \quad (7)$$

According to the law, the speed ω_1 of liquid outflow from an opening with a cross-sectional area f is equal to the speed acquired by a freely falling body after passing a distance equal to the height of the column of liquid above the opening.

Let us now introduce a rectangular coordinate system, taking as the axis Ox the axis of the vessel, and as the axis Oy any line perpendicular to it, lying in the plane with which the surface of the liquid coincided at the beginning of the process (at the moment $\tau = 0$). We point the Ox axis vertically down. Then, according to the above-mentioned law, we will get the following expression for the speed of outflow ω_1 from the hole $\omega_1 = \sqrt{2g(h-x)}$, at the moment τ , where g is the acceleration of gravity; h is the initial height of the liquid column (at $\tau = 0$); x is the level at the moment. Substituting the value into formula (7), we obtain an expression for the rate ω of fall of the level at the moment τ :

$$\omega = \frac{f}{F} \sqrt{2g(h-x)} \quad (8)$$

If the container has the shape of a vertical cylinder or prism, then F is constant: if the container is a body of rotation, the derivative of which has the equation $y = f(x)$ (Fig. 2), then $F = \pi y^2$.

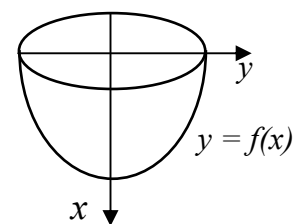


Fig. 2. Graphic model of the process

Substituting $\frac{dx}{d\tau}$ into equation (8) instead of ω_1 , we get:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{f}{F} \sqrt{2g(h-x)} \text{ або } d\tau = \frac{1}{f\sqrt{2g}} \cdot \frac{Fdx}{\sqrt{h-x}}.$$

Solving the equation, we have:

$$\tau = \frac{F}{f\sqrt{2g}} \cdot \int \frac{dx}{\sqrt{h-x}}; \quad \tau = -\frac{F\sqrt{2}}{f\sqrt{g}}\sqrt{h-x} + C.$$

Let's use the initial conditions: at the initial moment of the end of the drop in the liquid level is zero. So, if $\tau = 0$, then $x = 0$.

So:

$$C = \frac{F\sqrt{2}}{f\sqrt{g}}\sqrt{h},$$

$$\text{where } \tau = \frac{F\sqrt{2}}{f\sqrt{g}}(\sqrt{h} - \sqrt{h-x}).$$

Having received the formula that allows you to determine the time required for the liquid to drop to a given level, we will substitute the problem data into it and determine the time required for the liquid level to drop by 0.6 m, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; $h = 1,8 \text{ m}$; $x = 0,6 \text{ m}$:

$$F_{\text{cont}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 9^2}{4} = 53,6 \text{ m}^3;$$

$$f_{\text{hole}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,057^2}{4} = 0,003;$$

$$\tau = \frac{53,6 \cdot 1,4}{0,003 \cdot \sqrt{9,8}}(\sqrt{1,8} - \sqrt{1,2}) \approx 26 \text{ min.}$$

To determine the time required for all the liquid to flow out of the vessel $x = h$, we get the formula:

$$\tau = \frac{F\sqrt{2}}{f\sqrt{g}}\sqrt{h}, \quad \tau = \frac{53,6 \cdot 1,4}{0,003 \cdot \sqrt{9,8}}\sqrt{1,8} = 169 \text{ min.}$$

When studying the method of regression analysis, it is useful to consider the following problem.

Problem. During testing, a chromel-alumel thermocouple at constant (reference) points: metal crystallization temperatures Pb (327,5 °C), Zn (419,6 °C), Al (660,0 °C).

The corresponding thermopower data are obtained accordingly: 12,1 MV; 16,0 MV; 26,1 MV. It is necessary to calculate the regression equation for the linear dependence of temperature on the thermocouple thermopower values.

Decision. Create a table 1 to calculate the regression coefficients:

Table 1. Calculation of regression coefficients

Number of experience	x	y	x^2	$x \cdot y$
1	12,1	327,5	146,4	3962,75
2	16,0	419,6	256,0	6713,6
3	26,1	660,0	681,2	17226,0
Σ	54,2	1407,1	1083,6	27902,3

$$b_0 = \frac{1407,1 \cdot 1093,6 - 27902,3 \cdot 54,2}{3 \cdot 1083,6 - 54,2^2} = 39,75.$$

$$b_1 = \frac{3 \cdot 27902,3 - 1407,1 \cdot 54,2}{3 \cdot 1083,6 - 54,2^2} = 23,76.$$

Thus, we have obtained the regression equation: $y = 39,75 + 23,76x$, which allows us to calculate the temperature (°C) from the thermocouple readings [10].

Regression coefficients can be found using **Excel**. The procedure for calculating both regression coefficients is the same. A small difference is that in the **Wizard of Functions** dialog, in the **Statistical** category, we select the **SLOPE** function to find the linear

coefficient b_1 , and the **INTERCEPT** function for the free term of the equation b_0 .

The dialogs **Argument of functions – SLOPE** and **Argument of functions – INTERCEPT** will appear on the screen, respectively. In the appropriate fields, enter the range of values y and x from the worksheet and . In the **Function Argument** dialog, the value of the specified coefficient will appear, which, after pressing the **OK** button, is transferred to the specified cell of the worksheet.

Excel produces more accurate values of regression coefficients than manually calculated values.

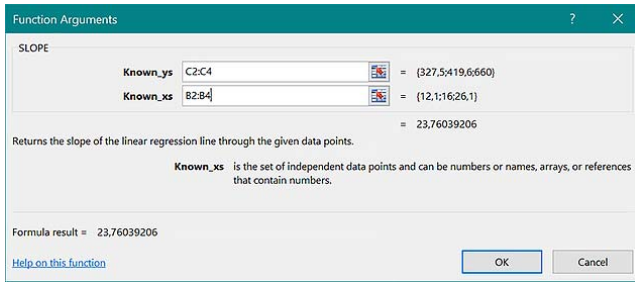


Fig. 3. Dialog 'Argument of functions' – SLOPE

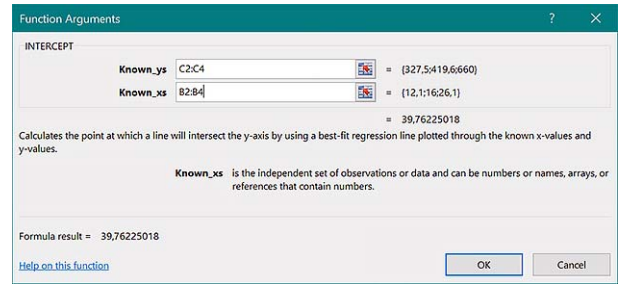


Fig. 4. Dialog 'Argument of functions' – INTERCEPT

The Microsoft Office Excel 2016 program allows simultaneous dispersion, correlation and regression analysis with an assessment of the significance of the

coefficients of the obtained regression equation [18].

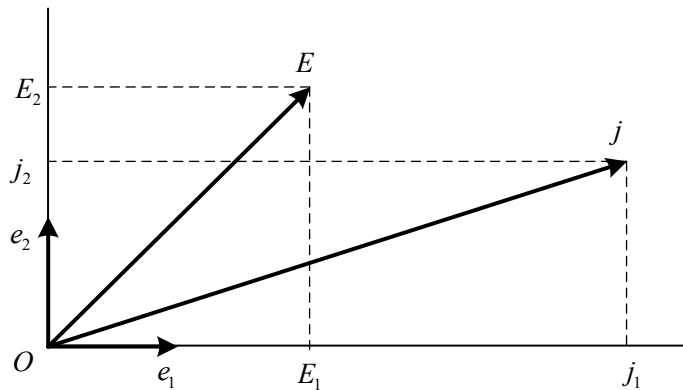


Fig. 5. Illustration of Ohm's law in an anisotropic medium, for which $\sigma_{11} = 3\sigma_{22}$ (\vec{e}_1 and \vec{e}_2 are the orientation of the axes of the orthonormal coordinate system)

During the study of linear and vector algebra, it is proposed to solve such a problem with physical and chemical content.

Problem. Find the magnitude and direction of the current density vector j in the coordinate system $X_1X_2X_3$, arising in a crystal plate with area S and thickness d ($\sqrt{S} \gg d$) under the action of an external field $E = 150 \text{ V/cm}$ in the direction $(\sqrt{2}/2; \sqrt{2}/2; 0)$, if the specific conductivity of the crystal ($10^{-7} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$) in this coordinate system $X_1X_2X_3$ is described by a tensor

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 9 & -2 & 8 \\ -2 & 16 & 0 \\ 8 & 0 & 25 \end{pmatrix}.$$

Decision. The components of the external electric field $E(E_1, E_2, E_3)$ strength vector are equal to $E_1 = 150 \cdot \sqrt{2}/2 \text{ V/cm}$; $E_2 = 150 \cdot \sqrt{2}/2 \text{ V/cm}$; $E_3 = 0$. According to Ohm's law in differential form, the

components of the current density vector $j(j_1, j_2, j_3)$ in the crystal are determined by the formula $j_i = \sum_{k=1}^3 \sigma_{ik} E_k$:

$$\begin{cases} j_1 = \sigma_{11} \cdot E_1 + \sigma_{12} \cdot E_2 + \sigma_{13} \cdot E_3, \\ j_2 = \sigma_{21} \cdot E_1 + \sigma_{22} \cdot E_2 + \sigma_{23} \cdot E_3, \\ j_3 = \sigma_{31} \cdot E_1 + \sigma_{32} \cdot E_2 + \sigma_{33} \cdot E_3. \end{cases}$$

Numerical values $j_1 = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$; $j_2 = 14,7 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$; $j_3 = 8,46 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$; $|j| = 18,5 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$. The direction of the vector j is determined by the angles $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ using the formula $\cos \varphi_i = \frac{j_i}{|j|}$, where $(i = 1; 2; 3)$.

These angles are $\varphi_1 = 66^\circ$, $\varphi_2 = 37^\circ$, $\varphi_3 = 63^\circ$. Problem answer: $|j| = 18,5 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$, $\varphi_1 = 66^\circ$, $\varphi_2 = 37^\circ$, $\varphi_3 = 63^\circ$ [16].

Conclusions and development prospects of this direction.

The article discusses some the information technologies and innovative methods that can be used in practical classes in higher mathematics, teaching students of chemical specialties. Examples of tasks with a physical and chemical content are given. Most often, when studying a higher mathematics course, you have to solve problems of a general nature. But for the students of the Educational and Scientific Institute of Chemical Technologies and Engineering, tasks that are directly related to their specialty are of greater interest. Thus, considering tasks similar to those given in this article, we will increase the interest and motivation of future specialists to study this material. Also, with the application of complex educational classes, the formation and development of students' professional competencies, which allow them to perform engineering and research work according to specific technological processes, takes place.

And although mathematicians and engineers, chemists and technologists think in completely different ways, those cases when they manage to achieve interaction lead to the appearance of non-trivial results and contribute to the enrichment of both these sciences. Thanks to such actions, it is possible to achieve more specific results on some issues on the topic of innovative activity. Thus, classes with students and their independent work form skills in formulating conclusions from the work carried out. At the same time, students develop the necessary skills: use of computer technology in order to identify regularities in research processes and methods; conducting a patent search and implementing the obtained results; public defense of scientific development, analytical competence analysis of the scientific and applied part [19].

References

1. Высшая математика в примерах и задачах : уч. пособ. : Т. 2 / Ю.Л. Геворкян, Л.А. Балака, С.С. Габриелян и др. ; под ред. Ю.Л. Геворкяна. – Х.: Підручник НТУ «ХП», 2011. – 376 с.
2. Вища математика в прикладах і задачах : у 2 т. Т. 2 : Диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних. Диференціальні рівняння та ряди : навч. посіб. / Л.В. Курпа, Н.О. Кириллова, Г.Б. Лінник та ін. ; за ред. Л.В. Курпи. – Харків : НТУ «ХП», 2009. – 432 с.
3. Диференціальні рівняння та їх застосування : н.-мет. посіб. / Прищенко О.П., Черногор Т.Т. – Х. : НТУ «ХП», 2017. – 88 с.
4. Ерѐмин В. В. Математика в химии. – 2-е изд., испр. / В.В. Ерѐмин. – М. : МЦНМО, 2016. – 64 с.
5. Прищенко О. П., Черногор Т. Т. Аналіз прикладів застосування диференціальних рівнянь в хімічній та харчовій технології // Вісник НТУ «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2018. – № 40 (1316). – с. 39 – 45.
6. Прищенко О.П., Черногор Т.Т., Бухкало С.І. Деякі особливості проведення кореляційного аналізу Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». – с.320.
7. Прищенко О.П., Черногор Т.Т. Деякі особливості проведення регресійного аналізу Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». – с. 319.
8. Скатецкий В.Г. Математические методы в химии : учеб. пособ. для студентов вузов / В.Г. Скатецкий, Д.В. Свиридов, В.И. Яшкин. – Минск : ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
9. Тевяшев А.Д. Вища математика у прикладах та задачах : у 3 ч. Ч. 1 : Лінійна алгебра і аналітична геометрія. Диференціальне числення функції однієї змінної : навч. посіб. / А.Д. Тевяшев, О.Г. Литвин. – Харків : ХНУРЕ, 2002. – 552 с.
10. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Using of methods of cross-correlation and regressive analysis for determination of functional dependence between sizes // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – №15 (1340). – С. 36 – 41.
11. S. Bukhhalo, A. Ageicheva, O. Komarova. Distance learning main trends. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II* / за ред. проф. Сокола Є.І. Х. :НТУ «ХП». 205 с.
12. Бухкало С.І., Іглін С.П. Деякі моделі дослідження структурно-хімічних змін при експлуатації полімерних виробів. *Інтегровані технології та енергозбереження. Х.*: НТУ «ХП», 2016. № 3. – С. 52–57.
13. Бухкало С.І., Білоус О.В., Демидов І.М. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіху волоського та календули. *Всходно-Европейський журнал передових технологій.* 2015. № 1/6(73), – с. 22–26. – Х. : Технол. центр.
14. Bukhhalo S.I., Klemes J.J., Tovazhnyansky L.L., Arsenyeva O.P., Kapustenko P.O., Perevertaylenko O.Y. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *Chemical Engineering Transactions, Vol.70, (2018),* – pp.2047–2052.
15. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Analysis of opportunities of analytical method of optimization in chemical technology // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – №5 (1359). – с. 71 – 77.
16. Прищенко О. П., Черногор Т. Т. Використання тензорів при аналізі особливостей фізичних властивостей твердих тіл // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – №6 (1360). – с. 42 – 48.
17. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Application of elements of studying the function of one variable when solving chemical problems // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2021. – №1 (1361). – с. 30 – 35.
18. Прищенко О. П., Черемська Н. В., Черногор Т. Т. Побудова математичних моделей за допомогою методів кореляційного і регресійного аналізу // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2021. – №62 (1362). – с. 29 – 36.
19. Прищенко О. П., Черемська Н. В. Реконструкція гаусовських випадкових функцій за даними спектру // Вісник НТУ «ХП» Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХП», 2021. – № 1-2 (2). – с. 97 – 103.

References (transliterated)

1. Vysshaja matematika v primerah i zadachah : ucheb. posob. : T. 2 / Ju.L. Gevorkjan, L.A. Balaka, S.S. Gabrieljan i dr. ; pod red. Ju.L. Gevorkjana. – Khar'kiv : Pidruchnik NTU

- «KhPI», 2011. – 376 p.
- Vishha matematika v prikladah i zadachah : u 2 t. T. 2 : Diferencial'ne ta integral'ne chislennja funkcij bagat'oh zminnih. Diferencial'ni rivnjannja ta rjadi : navch. posib. / L.V. Kurpa, N.O. Kirillova, G.B. Linnik ta in. ; za red. L.V. Kurpi. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2009. – 432 p.
 - Diferencial'ni rivnyannya ta ih zastosuvannya : n-met. posib. / Prishchenko O.P., Chernogor T.T. – Kh. : NTU «KhPI», 2017. – 88 p.
 - Eryomin V. V. Matematika v himii. – 2-e izd., ispr. / V.V. Eryomin. – M. : MCNMO, 2016. – 64 p.
 - Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Analiz prikladiv zastosuvannya diferencial'nih rivnyan' v himichnij ta harchovij tehnologii // Visnik NTU «KhPI». – Kharkiv : NTU «KhPI», 2018. – № 40 (1316). – pp. 39 – 45.
 - Prishchenko O.P., Chernogor T.T., Bukhhalo S.I. Deyaki osoblivosti provedennya korelyacijnogo analizu Informacijni tehnologii: nauka, tekhnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezi dopovidej XXVII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2019, 15-17 travnya 2019 r.: u 4 ch. CH. II. / za red. prof. Sokola Є.І. – Kharkiv: NTU «KhPI». – p.320.
 - Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Deyaki osoblivosti provedennya regresijnogo analizu Informacijni tehnologii: nauka, tekhnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezi dopovidej XXVII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2019, 15-17 travnya 2019 r.: u 4 ch. CH. II. / za red. prof. Sokola Є.І. – Kharkiv: NTU «KhPI». – p. 319.
 - Skateckij V.G. Matematicheskie metody v himii : ucheb. posob. dlya studentov vuzov / V.G. Skateckij, D.V. Sviridov, V.I. Yashkin. – Minsk : TetraSistems, 2006. – 368 p.
 - Tevyashev A.D. Vishcha matematika u prikladah ta zadachah : u 3 ch. CH. 1 : Linijna algebra i analitichna geometriya. Diferencial'ne chislennja funkciï odniei zminnoi : navch. posib. / A.D. Tevyashev, O.G. Litvin. – Kharkiv : HNURE, 2002. – 552 p.
 - Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Using of methods of cross-correlation and regressive analysis for determination of functional dependence between sizes // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2019. – №15 (1340). – pp. 36 – 41.
 - S. Bukhhalo, A. Ageicheva, O. Komarova. Distance learning main trends. Informacijni tehnologii: nauka, tekhnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16-18 travnya 2018r. CH. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kh. :NTU «KhPI». 205 p.
 - Bukhhalo S.I., Iglin S.P. Deyaki modeli doslidzhennya strukturno-himichnih zmin pri eksploatacii polimernih virobiv. Integrovani tehnologii ta energozberezhennya. H.: NTU «KhPI», 2016. No. 3. – pp. 52–57.
 - Bukhhalo S.I., Bilous O.V., Demidov I.M. Rozrobka kompleksnogo antioksidantu iz ekstraktiv listya gorihu volos'kogo ta kalenduli. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tehnologij. 2015. № 1/6(73), – pp. 22–26. – Kh. : Tekhnol. centr.
 - Bukhhalo S.I., Klemeš J.J., Tovazhnyansky L.L., Arsenyeva O.P., Kapustenko P.O., Perevertaylenko O.Y. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. Chemical Engineering Transactions, Vol.70, (2018), – pp.2047–2052.
 - Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Analysis of opportunities of analytical method of optimization in chemical technology // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2020. – №5 (1359). – pp. 71 – 77.
 - Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Viktoristannya tenzoriv pri analizi osoblivostej fizichnih vlastivostej tverdih til // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2020. – No. 6 (1360). –pp. 42 – 48.
 - Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Application of elements of studying the function of one variable when solving chemical problems // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovatsiyini doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – No. 1 (1361). – pp. 30 – 35.
 - Prishchenko O. P., Cheremska N. V., Chernogor T. T. Pobudova matematichnih modeley za dopomogyu metodiv korelyatsynogo i regresijnogo analizu // Visnik NTU «HPI» Seriya: Innovatsiyini doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – No. 62 (1362). – pp. 29 – 36.
 - Prishchenko O. P., Cheremska N. V. Rekonstruktsiya gausovskih vipadkovih funktsiy za danimi spektru // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Matematichne modelyuvannya v tehniiti ta tehnologiyah. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – No. 1-2 (2). – pp. 97 – 103.

Надійшло (received) 05.07.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Прищенко Ольга Петрівна (Прищенко Ольга Петровна, Prishchenko Olga Petrivna) – старший викладач кафедри вищої математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0530-2131>; e-mail: priolga2305@gmail.com

Черемська Надія Валентинівна (Черемская Надежда Валентиновна, Cheremskaya Nadezhda Valentinovna) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

тел.: (050) 225-15-44; e-mail: cheremskaya66@gmail.com

Черногор Тетяна Тимофіївна (Черногор Татьяна Тимофеевна, Chernogor Tetyana Timofiyivna) – старший викладач кафедри вищої математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7823-7628>; e-mail: tatyachernogor54@gmail.com

Бухало Світлана Іванівна (Бухало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svetlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com