

В. В. Свиридов, Е. Г. Чернобай, А. В. Грицких

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка,  
e-mail: vvs\_pan@mail.ru, : kremala@mail.ru, aleksiig@gmail.com**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТОВ ЦИФРОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ СРЕДСТВАМИ ИКТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

В статье предложено решение проблемы визуализации оптических спектров испускания образца с помощью современной цифровой аппаратуры. Раскрыты методические особенности использования средств ИКТ при получении изображений оптических спектров и дальнейшей их математической обработки в процессе изучения курса общей физики. Описана методика использования разработанного алгоритма компьютерной обработки полученных спектров с помощью пакета MathCad, который позволяет получить зависимость интенсивности излучения от длины волны в виде трех гауссианов со следующими фиксированными параметрами: интегральной относительной интенсивностью; длиной волны максимума; полушириной гауссиана.

**Ключевые слова:** оптический спектр, информационно-коммуникационные технологии, фотометрирование, микро-спектрофлуориметр.

**Постановка проблемы.** Анализ содержания методики обучения физики показывает, что абсолютно все компоненты научных знаний связаны с экспериментом по физике. В тоже время, согласно современным тенденциям, внедряемым в образовательный процесс высшей школы, учебный эксперимент связан с широким применением информационных технологий. Использование ИКТ способствует созданию принципиально новых методик обучения, которые предусматривают использование не только самой компьютерной техники, но и продуктов локальных сетей, что делает процесс обучения более информативным, доступным и наглядным. На сегодняшний день остается актуальной проблема визуализации оптических спектров излучения с помощью средств ИКТ, которая может быть решена путем применения цифровых систем [1]. Предложенная методика предопределяет применение матрицы цифровой камеры многоканального аналогово-цифрового преобразователя для получения цифровых изображений спектров вещества и быстрой их математической обработки с помощью ПК [2].

**Анализ ранее выполненных исследований.** Анализ научных исследований свидетельствует о том, что освещение проблем и перспектив использования ИКТ в процессе организации и проведения ученого эксперимента по физике в вузе исследовали С.П. Величко, И.С. Войтович, М.И. Жалдак, Ю.А. Жук, А.В. Иваницкий, В.В. Мендерецкий и др. Методическое издание Величко С.П. и Ковалева С.Г. [3] предлагает использование нового оборудования на основе ИКТ для визуализации и последующего теоретического исследования оптических спектров излучения в процессе изучения курса общей физики. Работа Тимофеева Н.А. [4] посвящена раскрытию принципов работы и выделению основных характеристик современных высокоскоростных цифровых камер и их применения в спектроскопических исследованиях.

**Основной материал.** Проблемы спектрального анализа, связанные с необходимостью получения полноты информации и регистрации слабых световых потоков, ранее решались с помощью аналоговых фотоприемников и медленных методов обработки экспериментальных данных [5]. Спектральные приборы, применяемые в высшей школе, можно классифицировать по методу получения спектра, его регистрации, а также по той части спектра испускания, с которой может работать данный прибор. Согласно методу регистрации спектров, спектральные приборы делят на следующие: спектрографы, монохроматоры, спектроскопы, стилоскопы, спектрометры, спектрофотометры и квантометры [3]. В спектрографах оптические спектры фиксируются на фотослое. Полученные фотографии подвергают проявлению и закреплению. Обработка (аналогово-цифровое преобразование) проводится на микрофотометрах. Подбор параметров фоточувствительного слоя представляет собой отдельную и достаточно сложную операцию. Микрофотометрирование ограничено разрешением оптических элементов аналогового микрофотометра.

Целью настоящей работы является решение задачи о совершенствовании микроспектрофлуориметра и реализации оригинальных программных решений для расчетов результатов спектрального анализа.

В современном физическом эксперименте все больше и больше находят применение высокоскоростные цифровые камеры, позволяющие получать фотозображения тех или иных физических объектов в их временном развитии. Как правило, такая камера состоит из оптического объектива и *CMOS* матрицы, представляющей собой большое число светочувствительных датчиков, расположенных на поверхности матрицы и преобразующих оптическое излучение в электрический сигнал.

В нашей работе указанные этапы аналогово-цифрового преобразования заменены применением матрицы цифровой камеры. В этом случае спектральный прибор обогащается системой многоканального аналогово-цифрового преобразователя, который полностью исключает необходимость подбора параметров фотослоя и использование микрофотометра.

Полезный сигнал регистрируется в виде цифрового изображения, которое поддается пикселизации и математической обработке. Такая математическая обработка программно предусмотрена в пакете MathCad, который представляет из себя алгоритм, по которому производится расчет спектра излучения начиная с анализа закона Планка для разных температур [5]. В работе этот анализ проведен так, что компьютер в зависимости от введенной температуры выдает кривую нормированного на единицу спектра излучения абсолютно черного тела (см. рис. 1).

Как известно, абсолютно черное тело является научной абстракцией, поэтому моделью идеального излучателя служит первичный эталон или вторичный эталон, например, излучение вольфрама. На рис. 2 представлено цифровое изображение спектра излучения вольфрамовой спектральной лампы, а на рисунке 3 – зависимость интенсивности от длины волны в излучении этой лампы с учетом коэффициента серости вольфрама и всех искажений, которые характерны для данного прибора в комплекте с данной цифровой матрицей.

На рис. 4 приведен фрагмент окна MathCad с расчетом всех искажений.

Нами было зафиксировано цифровое изображение спектра излучения вещества, используемого в часовой промышленности для подсветки циферблатов (см. рис. 5). Такое излучение классифицируется как люминесценция и подлежит исследованию.

Алгоритм компьютерной обработки построен таким образом, что экспериментальное цифровое изображение спектра образца переводится в общепринятую зависимость интенсивности излучения от длины волны (см. рис. 6).

Как видно из рис. 6, зависимость интенсивности излучения от длины волны представлена гауссианами со следующими параметрами:

- 1) коротковолновой гауссиан (интегральная относительная интенсивность  $17,636 ed^2$ , длина волны максимума  $\lambda_{\max} = 527,6$  нм, полуширина гауссиана 12,4 нм);
- 2) средневолновой гауссиан (интегральная относительная интенсивность  $40,543 ed^2$ , длина волны максимума  $\lambda_{\max} = 562,4$  нм, полуширина гауссиана – 16,9 нм);
- 3) длинноволновой гауссиан (интегральная относительная интенсивность  $20,631 ed^2$ , длина волны максимума  $\lambda_{\max} = 619,4$  нм, полуширина гауссиана – 24,7 нм).

```

спектральная_плотность_АЧП(λ, T) :=  $\frac{1 \cdot 10^{-21}}{\pi \cdot \lambda^5 \cdot \left( e^{\frac{1.4188 \cdot 10^{-7}}{\lambda \cdot T}} \right)}$ 
положение_максимума_спектра_АЧП(T) :=  $\frac{d}{d\lambda}$  спектральная_плотность_АЧП(λ, T) |>det ->  $\frac{2.8776e6}{T}$ 
спектр_АЧП(T) :=  $\left\{ \begin{array}{l} \text{спектр}_0 \leftarrow T \\ \text{спектр}_1 \leftarrow \text{положение\_максимума\_спектра\_АЧП}(T) \\ \text{спектр}_2 \leftarrow \text{спектральная\_плотность\_АЧП}(\text{спектр}_1, T) \\ \text{спектр} \end{array} \right.$ 
температура_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_0
длина_волны_максимума_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_1
спектральная_плотность_максимума_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_2
интенсивность_АЧП(спектр_АЧП, длина_волны) :=  $\frac{\text{спектральная\_плотность\_АЧП}(длина_волны, температура\_спектра\_АЧП(спектр\_АЧП))}{\text{спектральная\_плотность\_максимума\_спектра\_АЧП}(спектр\_АЧП)}$ 
Тест с помощью численного примера
спектр_АЧП := спектр_АЧП(2856)      Здесь ввести температуру вольфрамовой нити запальной лампы
    
```

Рис. 1. Фрагмент окна MathCad с расчетом по закону Планка излучения абсолютно черного тела



Рис. 2. Экспериментальное цифровое изображение излучения вольфрамовой спектральной лампы

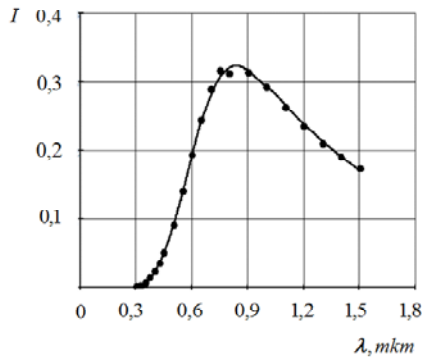


Рис. 3. Экспериментальная зависимость интенсивности от длины волны в излучении вольфрамовой спектральной лампы

```

k0 := коррекционные_коэффициенты_СИП_35_11
i := 0..last(experiment_data^(i))
experiment_data_1,2 :=  $\frac{\text{experiment\_data}_{1,2}}{\text{интенсивность\_спектра}(k0, \text{experiment\_data}_{1,1})}$ 
experiment_data^(i) :=  $\frac{\text{experiment\_data}^{(i)}}{\max(\text{experiment\_data}^{(i)})}$ 
ex := experiment_data
λ := масса_длина_волн_спектра(k0)
I(λ) := интенсивность_спектра(k0, λ)
    
```

Рис. 4. Фрагмент окна MathCad с расчетом всех искажений, присутствующих экспериментальной установке



Рис. 5. Экспериментальное цифровое изображение спектра излучения вещества, которое используется для подсветки циферблата часов

Реализация рассмотренной методики визуализации и дальнейшего расчета оптических спектров возможна не только в процессе изучения общего курса физики студентами физических специальностей, но и возможна на уроках физики в профильных классах.

**Выводы.** В представленной работе была поставлена и решена задача о совершенствовании микроспектрофлуориметра и реализовано оригинальное программное решение расчетов оптических спектров. При этом:

- определены условия получения цифровых изображений спектров, которые позволяют получать воспроизводимые результаты. Аппаратное решение протестировано на излучателях в виде вольфрамовой, водородной, гелиевой, неоновой спектральных ламп;

- разработан готовый к использованию алгоритм обработки цифровых изображений спектров. Алгоритм протестирован при обработке спектра серийного кристаллофосфора.

Можно с уверенностью утверждать, что с совершенствованием цифровых систем результаты нашего исследования станут более полными, а их обработка будет происходить еще быстрее.

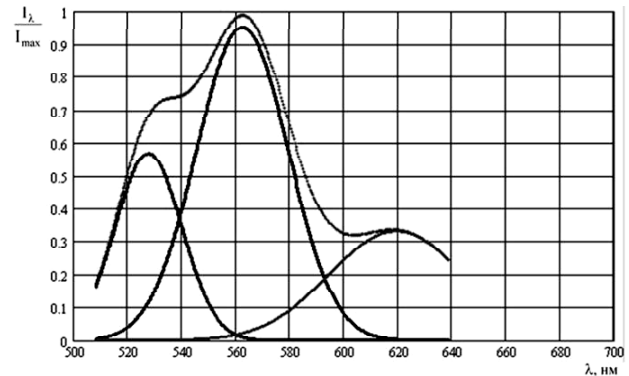


Рис. 6. Экспериментальная зависимость спектра излучения кристаллофосфора часовой промышленности

**Список використаних джерел:**

1. Тихтев Ю.В. Получение цифрового изображения спектра и его обработка / Ю.В. Тихтев, Н.А. Радкевич, В.В. Свиридов // Зб. наук. праць студ. Науковий пошук молодих дослідників. – Серія: Фізико-математичні науки. – Луганськ : Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». – 2014. – Вип. 4. – С. 35-42.
2. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения / М.Н. Сокольский. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. – 221 с.
3. Ковальов С. Особливості відображення оптичних спектрів за допомогою графічних засобів навчання на основі ІКТ у процесі вивчення курсу загальної фізики / Сергій Ковальов, Олеся Бузян // Зб. наук. праць Наукові записки. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2013. – Вип. 4. – Ч. II. – С. 128-132.
4. Тимофеев Н.А. Использование высокоскоростных цифровых камер для исследования физических систем [Электронный ресурс] / Н.А. Тимофеев. – Режим доступа: <http://ckp.lab2.phys.spbu.ru/pdf/new/13.pdf>.

5. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы) / М.М. Гуревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.
6. Белобелечкая М.В. Люминофоры красного и зеленого свечения на основе оксидов, окисульфидов и фосфатов РЗЭ / М.В. Белобелечкая, Н.И. Стеблевская, М.А. Медков // Вестник ДВО РАН. – 2013. – № 5. – С. 33-38.

**В. В. Свіридов, К. Г. Чорнобай, О. В. Грицьких**

*Луганський національний університет імені Тараса Шевченка*

#### **МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ ЦИФРОВИХ ОПТИЧНИХ СПЕКТРІВ ЗАСОБАМИ ІКТ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ**

У статті запропоновано вирішення проблеми візуалізації оптичних спектрів випромінювання зразка за допомогою сучасної цифрової апаратури. Розкрито методичні особливості використання засобів ІКТ при отриманні зображень оптичних спектрів та подальшої їх математичної обробки в процесі вивчення курсу загальної фізики. Викладено методику використання розробленого алгоритму комп'ютерної обробки отриманих спектрів за допомогою пакету MathCad, який дозволяє отримати залежність інтенсивності випромінювання від довжини хвилі у вигляді трьох гауссіанів з наступними фіксованими параметрами:

інтегральною відносною інтенсивністю; довжиною хвилі максимуму; напівшириною гауссіану.

**Ключові слова:** оптичний спектр, інформаційно-комунікаційні технології, фотометрування, мікроспектрофлуориметр.

**V. V. Sviridov, E. G. Chernobay, A. V. Hrytskykh**  
*Luhansk Taras Shevchenko National University*

#### **METHODOLOGICAL SPECIFICS OF DIGITAL OPTICAL SPECTRA CALCULATIONS BY MEANS OF ICT IN THE PROCESS OF STUDYING GENERAL PHYSICS**

The article provides a solution to the problem of visualization of the optical spectra emission of the sample with the help of modern digital equipment. Methodological features of using ICT in getting images of optical spectra and their further mathematical processing in the study of General Physics course are discovered. It has been described the technique for the use of the algorithm of computer processing of spectra obtained using the MathCad package, which allows to obtain the dependence of the emission intensity on the wavelength in the form of three Gaussians with the following fixed parameters: integrated relative intensity; peak wavelength; half-width of the Gaussian.

**Key words:** optical spectrum, information and communication technology, photometry, microspectrofluorimeter.

*Отримано: 23.03.2014*

UCK 373.5.16:53

**O. M. Semernia<sup>1</sup>, Dr. Olga Leticia Fuchs Gomez<sup>2</sup>, Dr. Jose Italo Cortez<sup>3</sup>, Dr. Adrian Hernandez<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University*

<sup>2</sup>*Faculty of Science Physics Mathematics, Autonomous University of Puebla, Mexico*

<sup>3</sup>*Faculty of Computer Sciences, Autonomous University of Puebla, Mexico*

<sup>4</sup>*Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of Puebla, Mexico*

#### **THE IMPACT OF NEW METHODOLOGICAL TECHNOLOGIES ON THE QUALITY OF TEACHING STUDENTS AS FUTURE TEACHERS OF PHYSICS**

This paper theoretically justified and described the urgency to implement new pedagogical concept formation methodological competence in the context of future expert application of technological efficiency techniques: learning of memorization and presenting the results of student learning. The main goal of this article are the new trends in the development of students rely on the use of information technology and computer technology. Interests of future teachers of physics are capable of motivation of external and internal nature. There are the inner motivation success, development, self-realization and external motivation, such as the material, social, political. Today, a physics teacher is a noble profession. These trades do association in the population with an average level of security and therefore difficult to motivate students to study. Revealing the young people new opportunities of development of the Internet space with a virtual teaching, it gives teachers ideas to promote the interest of students in training for this strategic profession as a teacher of physics.

**Key words:** effectiveness, methodological competence, methods of teaching physics, presenting the results of training, future teachers of physics.

##### **1. Introduction**

In the current trends in the world of science is the principle of integration of knowledge. When using personal knowledge, the student applies the principle of integration, and brings new knowledge to use in the professional sector. New computer technologies allow the integration of knowledge of specific industries in digital technology and use the information industry.

Under the quality of education we understand the Intellectual reflection, rational, logical, social worldview of the student in a single whole.

New trends in the development of students rely on the use of information technology and computer technology. Interests of future teachers of physics are capable of motivation of external and internal nature. There are the inner motivation success, development, self-realization and external motivation, such as the material, social, political.

##### **2. Problem Formulations**

Analyzing the literature [1-3] we conclude about that. In modern society, the quality of learning of students depends on the level of quality of its personal development and manifestation of competences.

##### **3. Problem Solutions**

During the training of the future teachers of subject didactic principles we adhere to control cognitive activities. These principles are clearly described in the books of Peter Atamanchuk [1] Oksana Semernia [2].

Performance management system has the structure: goal → objectively substantive conditions to achieve the goal (in

education – an adequate educational environment intended) → targeted program of action (plan) → assessment of intermediate and final results → correction.

We describe the main management positions cognitive processes.

1. At the heart of the school processes is the goal, which consists of sub-objectives such as training, mentoring, developing, teaching.

2. Setting goals helps to develop a plan and strategy to achieve it with a professional orientation.

3. Plan training processes depends on innovative models of educational environment.

4. Implementation Strategy Plan option means systematic monitoring and correction of knowledge.

5. Achieving the goal of self-reflection is controlled by the student and the final control of the teacher for the student's level of success.

The basis of such provisions building at fundamental learning environment of the future specialist.

In order to reveal the students' knowledge accumulation methodology, we illustrate the basic techniques of getting information and experience.

Under the methodology of obtaining knowledge, we define the organization and management of cognitive activity of students in integrated methods, techniques, technologies, methods of competence and ideological content about perception and conversion details.

These include techniques such as meditation, imitation, observation methodology of obtaining full ownership of know-