

УДК 371

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ КУРСОВ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ
ДИСЦИПЛИН И ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Кустов А.И.¹, Зеленев В.М.¹, Мигель И.А.²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный педагогический
университет»

²Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение
высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А.Гагарина»» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации
E-mail: akvor@yandex.ru

Аннотация: В работе проведен анализ состояния уровня образования в рамках ведущих технологических и гуманитарных профилей. Показано, что в настоящее время алгоритм получения знаний и умений, формирование компетенций требуют существенной трансформации образовательного процесса. Доказывается, что эффективность может быть достигнута при изложении материала дисциплин в виде курсов с опорой на базовый блок, основой которого являются всеобщие, глобальные дисциплины, такие, например, как естественнонаучная картина мира. Дополнительные предпочтения могут быть получены при внедрении в образовательный процесс информационных технологий и алгоритма научного подхода.

Ключевые слова: информационные технологии, эффективность курсов, естественно-научные дисциплины, научные результаты, трансформация образовательного процесса.

INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES
TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF THE COURSES
NATURAL SCIENCES AND OBTAINING NEW SCIENTIFIC RESULTS

Kustov A.I.¹, Zelenev V.M.¹, Migel I.A.²

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh state
pedagogical University»

²Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education
«Military Training and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»» (Voronezh)
of the Ministry of Defense of the Russian Federation

E-mail: akvor@yandex.ru

Abstract: The paper analyzes the state of the level of education within the leading technological and humanitarian profiles. It is shown that at present the algorithm of obtaining knowledge and skills, the formation of competencies require a significant transformation of the educational process. It is proved that the effectiveness can be achieved by presenting the material of disciplines in the form of courses based on the basic unit, which is based on universal, global disciplines, such as the natural science picture of the world. Additional preferences can be obtained by the introduction of information technologies and algorithm of scientific approach in the educational process.

Keywords: information technologies, efficiency of courses, natural science disciplines, scientific results, transformation of educational process.

В настоящее время быстро меняется образовательная доктрина в России. Существенно более важную роль играет самостоятельность в процессе приобретения знаний и умений, повышается значимость выбора достоверного, релевантного материала по теме исследований. При этом, приоритетное значение имеют научность, степень новизны получаемых знаний, приветствуются инновационные подходы и методы. При этом, роль фундаментальных, естественно-научных дисциплин только возрастает. Данный факт связан с осознанием глобальных связей всех элементов материального мира, с пониманием необходимости выстраивания совместных траекторий их развития.

Все более значимыми в системе современного высшего образования становятся естественно-научные представления. Фактически, формируется новый алгоритм освоения и естественно-научных, и гуманитарных знаний. Он основан на всё более глубоком понимании единства мира, его глобальных законах, тесной взаимосвязи всех элементов материального мира. Поэтому, сегодня так актуальна проблема повышения эффективности освоения курсов естественно-научных дисциплин.

Чтобы успешно решить обозначенную проблему необходимо применить целый комплекс методов, включая блочное и уровневое использование электронных образовательных ресурсов, информационные технологии, метод наглядности, подход научно-исследовательской работы (НИР). Эксперименты, проведенные нами, подтвердили эффективность этих методов [1, 2]. В предлагаемой работе приводятся результаты некоторых НИР, в которых от законов биологии, химии, физики, геологии был осуществлен переход к закономерностям прикладного характера, на основе которых изготавливаются специальные

устройства, меняющие как социальный статус человека, так и его место в биосфере, социальную среду обитания. Для формирования естественно-научной картины мира (ЕНКМ) была поставлена задача найти наиболее перспективные направления работы, в которых с успехом можно использовать информационные технологии (ИТ).

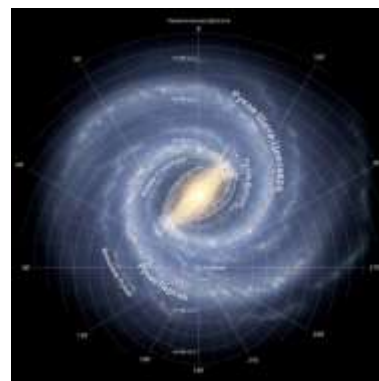
Необходимо отметить, что за последние десятилетия великих открытий, аналогичных совершенным в XIX и XX веках, по сути не было сделано. На передний план выдвигаются прикладные науки, помогающие создавать устройства, существенно меняющие представления о времени, пространстве, энергии. Например, на базовые закономерности, изучаемые в разделе физики «Электричество и магнетизм», опирается множество прикладных наук. Это и электротехника, и электроника, и радиотехника. Результат развития этих прикладных направлений – привычные в современном мире нагревательные устройства, осветительные приборы, мобильные телефоны, компьютеры и их сети, «начинка» автомобилей, самолетов, кораблей, зданий. Однако, для дальнейшего развития общества нужны новые идеи, представления и возможности материального воплощения уже открытых естественными науками закономерностей. В этом направлении и надо развивать технологическое образование. Для перехода к новой образовательной парадигме необходимо в рамках единых представлений выявить наиболее перспективные и развивать их с применением ИТ [3, 4].

Метод наглядности является удобным для реализации новых возможностей материализации. Он заключается в быстрой и надежной передаче информации (и о технологических операциях в том числе) с помощью схем, фотографий, графиков и других изображений. Наличие современных ИТ существенно расширяет возможности в этой сфере. Новые прикладные и фундаментальные идеи могут быть получены при исследованиях материи на различных уровнях (микро-, мега-, макро-). Следовательно, задача создания инструментов для работы в этих областях (микроскопы, телескопы и т.д.) является актуальной. Отдельная область исследований связана с обработкой информации. Она подчиняется законам информационной картины мира, которая сейчас активно формируется.

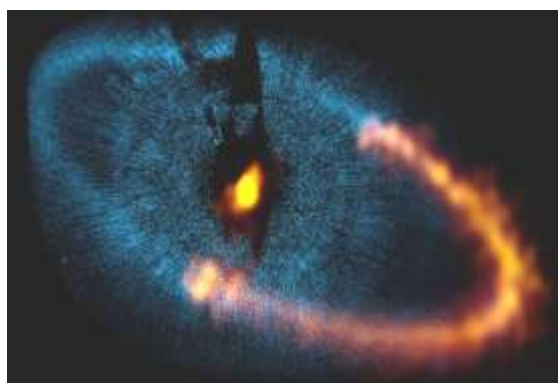
Пример глобального проявления закона сохранения момента импульса (одного из фундаментальных физических законов) – поведение целого ряда космических объектов. Все объекты мегамира обладают постоянным моментом количества движения относительно собственной оси вращения и некоторого



а



б



в

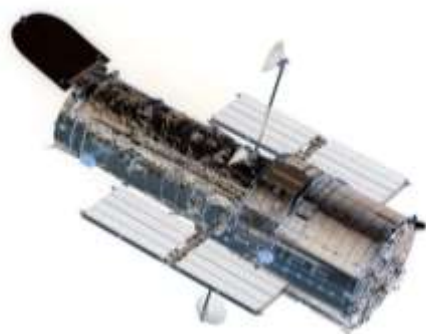


г

Рисунок 1 – Примеры проявления фундаментальных физических закономерностей на мегауровне: (*а*) – Планетарная туманность NGC 1501 на расстоянии около 5000 световых лет; (*б*) – Схема расположения рукавов галактики «Млечный Путь»; (*в*) – Пылевое облако вокруг звезды «Fomalhaut», визуализированное с помощью ALMA; (*г*) – Крабовидная туманность – результат взрыва сверхновой на расстоянии 6500 световых лет от Земли (в центре Крабовидной туманности – пульсар, сверхплотная нейтронная звезда, вращающаяся вокруг своей оси с периодом 33 миллисекунды (30 оборотов в секунду) и работающая как "маяк" в видимом свете и в радиодиапазоне)

пространственного центра, относительно которого они движутся по орбитам (рис. 1). Движение вращающихся элементов самолетов, ракет, автомобилей, станков, роторов турбин, наблюдаемое визуально в макром мире, построено на этом же законе. Однако, для наблюдения объектов мегамира необходимо использовать набор закономерностей и воплощающих их технологий (материаловедение, оптику, ракетные технологии, химические технологии горения и, безусловно, цифровые ИТ). На рисунке 2, *а* представлен современный успешно работающий телескоп Хаббла, с помощью которого были расширены фундаментальные представления о Земле, как космическом теле, оценено изменение энергетического состояния поверхности нашей планеты, получены и проанализированы изображения и состав далёких планет и их спутников (рис. 2, *б*).

Важно понимать глобальность проявления естественно-научных законо-



а



б

Рисунок 2 – (а) – Телескоп «Хаббл» – Инструмент для исследования космических объектов (объектов Мегамира); (б) – Проявление концепции системного подхода для объектов планетарного масштаба и крупнее – схема Солнечной системы

мерностей на всех уровнях, что существенно облегчается при наличии ИТ. Например, такие концепции ЕНКМ как системный подход, синергетика, глобальный эволюционизм, в полной мере применимы и в космосе, и на макроуровне, и в микромире (рис. 3, 4).

К современным естественно-научным концепциям относится концепция системного подхода. Она также получает подтверждение, связанное с важным положением информационной картины мира, согласно которому структурное строение системы (объекта) отражает ее назначение и свойства в полной мере.

С появлением ИТ и в микромире ярко проявляется идея наглядности. Здесь получают и анализируют изображения структур, на основании чего делают выводы о свойствах и прогнозируют поведение объектов. Микроскопы различного типа являются инструментами осуществления принципа наглядности. На рисунках 5 *а* и 5 *б* представлены изображения оптического и акустического микроскопов. Они, как и электронный микроскоп, дают изображения структуры различного уровня, например, зеренное строение металлов и сплавов. Примеры полученных с их помощью изображений представлены на рисунке 6. Акустический микроскоп [5-8] с помощью ИТ [9-11] позволяет измерять и локальные физические характеристики: значения упругих модулей, уровень затухания акустических волн и их скорость (рис. 7).

С появлением ИТ не менее ярко проявляется идея наглядности и в микромире. Здесь получают изображения структур и по результатам их анализа судят об уровне свойств, прогнозируют поведение объектов во времени. Инструментами осуществления принципа наглядности являются различного типа микроскопы. Например, оптический и акустический микроскопы, представленные



а



б



в

Рисунок 3 – Примеры, демонстрирующие концепцию системного подхода среди объектов различного масштаба: (*а*) – Горы Ганьсу имеют характерное структурное строение; (*б*) – Ледник «Салмон», Южный склон (Аляска) имеет характерную структуру, меняющуюся по мере его движения; (*в*) – Проявление законов симметрии на примере структуры городской среды (собор и площадь Звезды в Париже)

на рисунках 5 *а* и 5 *б*, показывают зеренное строение металлов и сплавов, как и электронный микроскоп. Полученные с их помощью изображения представлены на рисунках 6. Акустический микроскоп [5-8] с помощью ИТ [9-11] позволяет проводить измерения и локальных физических характеристик, таких как скорость акустических волн, уровень их затухания, значения упругих модулей (рис. 7).

С обработкой информации связана важная часть исследований. Ее эффективность существенно влияет на степень надежности выполняемых проектов и экономию материальных затрат при внедрениях технологий.

В качестве примера применения информационных подходов на практике в курсе технологических дисциплин рассмотрим комплексную лабораторную работу «Определение максимальной активности A_{\max} источника, который можно хранить в контейнере с заданными параметрами» [5]. Целью работы является создание алгоритма расчета себестоимости и её оптимизация (минимизация).



Рисунок 4 – Пример проявления принципов симметрии и концепции системного подхода на МКС

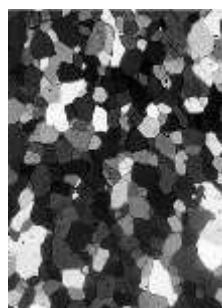


a



б

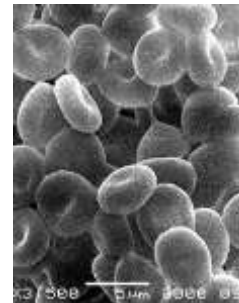
Рисунок 5 – (а) – Современный оптический микроскоп; (б) – Сканирующий акустический микроскоп



a

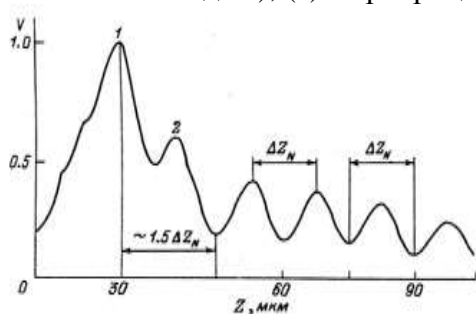


б



в

Рисунок 6 – Примеры микроскопических изображений: (а) – поверхность поликристаллической меди (оптика, 240х); (б) – микроструктура стали (акустика, 25 мкм/дел.); (в) – эритроциты человека (электронная микроскопия)



a



б

Рисунок 7 – Примеры характерных интерференционных кривых $V(Z)$: (а) – теоретическая кривая; (б) – эксперимент для образца стали

Поставленная задача решается с использованием табличного редактора MS Excel.

Условие задачи. Точечный радиоактивный источник ^{60}Co располагается в центре свинцового сферического контейнера с наружным радиусом $R = 20$ см и толщиной стенок $x = 1$ см. Определите, источник с какой максимальной активностью A_{max} можно хранить в таком контейнере, если плотность потока γ -фотонов, выходящих из контейнера, $J_{доп}$ не может превышать $8 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-2}$. Считайте, что при одном акте распада ядра ^{60}Co испускается два γ -фотона со средней энергией $\varepsilon_{cp} = 1,2$ МэВ. Для решения задачи воспользуйтесь экспериментальным графиком. Найдите, для каких γ -квантов значение линейного коэффициента ослабления μ является минимальным, т.е. минимальны защитные свойства данного контейнера.

В ходе выполнения работы по графику определяется, что для γ -фотонов с энергией $\varepsilon = 1,2$ МэВ $\mu = 0,64 \text{ см}^{-1}$. Значение активности вычисляется по формуле (все величины при вычислениях переводятся в единицы СИ, МБк:

$$A_{max} = 4\pi R^2 J_{доп} e^{\mu x} / n = \frac{4 \cdot \pi \cdot (0,2)^2 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot e^{640,01}}{2} = 3,813.$$

Этапы решения рассматриваемой задачи по оптимизации представлены на рисунках 6-9. Полученный результат дает возможность определить, для каких фотонов контейнер будет непригоден, т.е. при какой энергии фотонов ε коэффициент поглощения μ свинцового контейнера будет минимальным. Далее, для зависимости $\mu(\varepsilon)$ получают уравнение тренда и коэффициент аппроксимации, текущее значение ε из имеющегося интервала и уравнение помещаются в соответствующие ячейки. Вызывается функцию-оптимизатор и заполнив данные ограничений, формируется “Отчёт по результатам”.

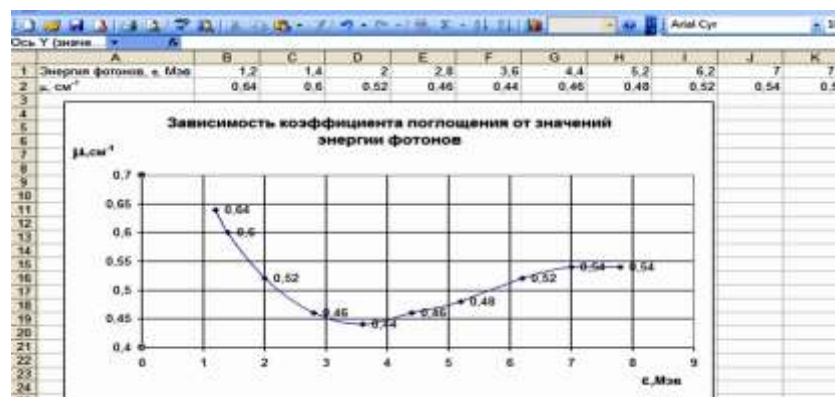


Рисунок 6 – Построение зависимости μ от ε по результатам экспериментальных данных

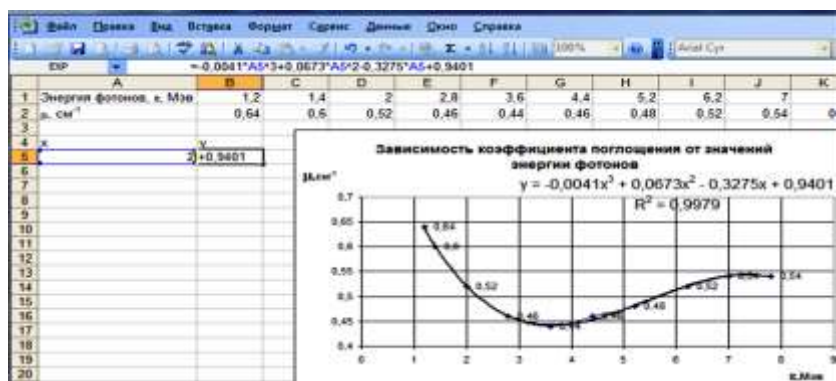


Рисунок – 7 Ввод энергии γ -фотонов и уравнения тренда в целевые ячейки

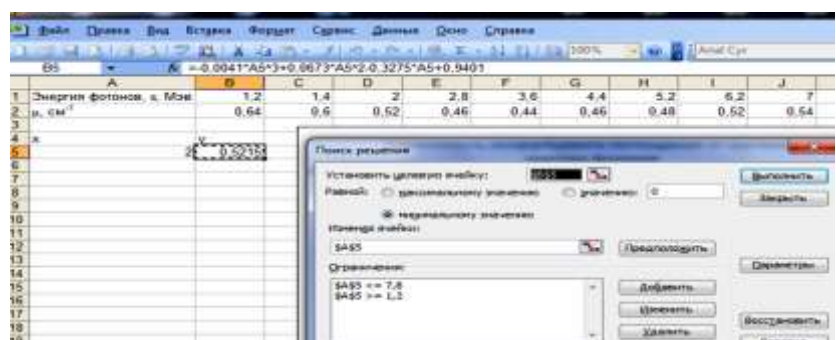


Рисунок 8 – Расчёт энергии фотонов, для которых защитные свойства контейнера минимальны с помощью функции «Поиск решения»

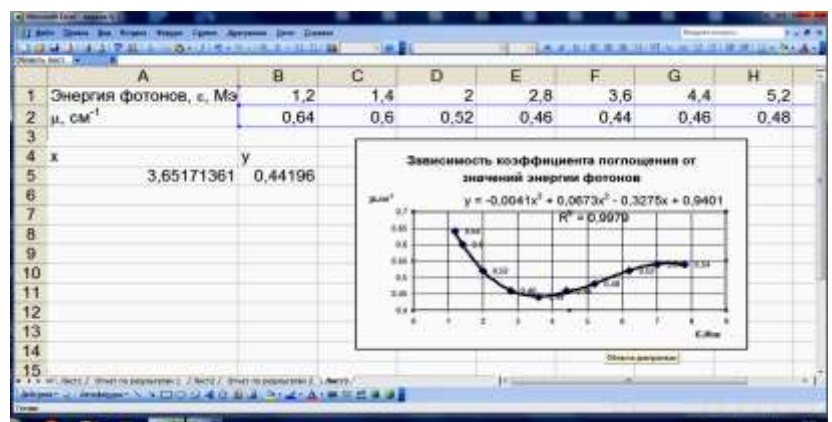


Рисунок 9 – Результат, полученный для значения минимального коэффициента μ

В итоге получается, что минимальным будет коэффициент поглощения $\mu = 0,44 \text{ см}^{-1}$ для фотонов с $\varepsilon \sim 3,65 \text{ Мэв}$.

Таким образом, в работе представлены перспективные для современной системы высшего образования методы формирования у студентов естественно-научной картины мира: метод наглядности, подход НИР, применение информационных технологий. Эффективность предложенных методов подтверждается экспериментами, проведенными в рамках кафедральных НИР. Это является стимулом дальнейшего их развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Мигель, И. А. Роль физических представлений в формировании основ современного естественнонаучного / И. А. Мигель, В. М. Зеленеv, А. И. Кустов // Физика в системе современного образования (ФССО-2015) : материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1-4 июня 2015 г., Т. 2. – Санкт-Петербург : изд. ООО «Фора-принт», 2015. – С. 14-17.

2 Мигель, И. А. Модернизация современного естественнонаучного образования на основе выявления и развития его перспективных направлений / И. А. Мигель, В. М. Зеленеv, А. И. Кустов // Моделирование структур, строение вещества, нанотехнологии : материалы III Международной научной конференции, г. Тула, 18-21 апреля 2016 г. – Тула : Издательство Тульского государственного педагогического университета имени Л. Н. Толстого, 2016. – С. 287-292.

3 Кустов, А. И. Методы акустомикроскопической дефектоскопии как инновационные методы мониторинга состояния материалов (гл.10) / А. И. Кустов, И. А. Мигель // Перспективные материалы и технологии : монография в 2-х томах. Т. 2 / под ред. В. В. Клубовича. – Беларусь, Витебск : УО «ВГТУ», 2015. – С. 145-177.

4 Кустов, А. И. Изменение акустических характеристик материалов как явление, сопровождающее их пластичность и разрушение / А. И. Кустов, И. А. Мигель // Вестник Тамбовского университета. Серия : Естественные и технические науки. – Тамбов, 2016. – Т.21. – Вып. 3. – С. 1097-1101.

5 Weglein, R. D. Acoustic microscopy of material and surface layers / R. D. Weglein, R. F. Wilson // Journal of Applied Physics. – 1984. – V. 55. – №9 . – P. 3261-3275.

6 Acoustic microscopy of Solid Materials / J. M. R. Weaver, C. Plett, M. G. Somekh, G. A. D. Briggs // Metallography. – 1985. – V. 17. – P. 3-34.

7 Самоорганизация дефектных структур в кристаллах при деформациях / М. Д. Старостенков, В. М. Патудин, Д. М. Старостенков, Э. В. Козлов // Известия РАН. Серия физическая. – 2004. – Т. 68. – № 10. – С. 1510-1515.

8 О зарождении трещин на границе свободного упругого двойника в кальците / В. А. Федоров, Ю. И. Тялин, В. А. Тялина, Т. Н. Плужникова, М. В. Чемеркина // Известия РАН. Серия физическая. – 2004. – Т. 68. – № 10. – С. 1484-1487.

9 Кустов, А. И. Определение параметров упрочнения или восстановления свойств поверхности материалов с помощью инновационных методов физического эксперимента – АМД-методов / А. И. Кустов, И. А. Мигель // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2014. – Т. 11 – № 4 / 2. – С. 592 – 598.

10 Викторoв, И. А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах / И. А. Викторoв. – Москва : Наука, 1981. – 287 с.

11 Каунов, А. М. Эффективный инновационный инструментарий современных методик креативного обучения в технологическом образовании / А. М. Каунов // Технологическое образование: достижения, инновации, перспективы : межвузовский сборник статей : XVI Международная научно-практическая конференция. – Тула : издательство ТулГПУ, 2015. – С. 30-37.

12 Kustov, A. I. Analysis of the Evolution of Mechanical Properties of Metallic Materials by AMD-Methods for Thermo-mechanical Impacts / A. I. Kustov, I. A. Migel // Defects and Diffusion Forum / Edited by Goroh Itoh, Rustam Kaibyshev, Eric M. Taleff, Marina Tikhonova and Eiichi Sato. – Switzerland: Trans Tech Publications, 2018. – V. 385. – P. 314-318.

13 Kustov, A. I. Evaluation of Physical Parameters of the Surface Layers Materials after Processing with Use of Acoustic Waves / A. I. Kustov, V. M. Zelenev, I. A. Migel // Materials today : Proceedings. – 2019. – V. 11. – Iss. P1. – P. 218-227.

14 Kustov, A. I. Development of methods of acoustic microscopy inspection for monitoring of structure and properties coatings for various purposes / A. I. Kustov, I. A. Migel // Materials today : Proceedings. – 2019. – V. 11. – Iss. P1. – P. 203-211.

15 Abasova, S. E. Modern information and communication technologies in education / S. E. Abasova, S. G. Abdullaev // New information technologies in education : materials international. science.-prakt. conf., Yekaterinburg, 1-4 March 2011 : 2 PM. – Ekaterinburg: FGAOU VPO «Ros. State Prof. – Ped. Un-t», 2011. – Part. 1. – P. 10-13.

16 Alimentova, D. Yu. Information technology in education / D. Yu. Alimentova, K. A. Rozhko // Scientific-methodical electronic journal «Concept». – 2016. – T. 11. – P. 826-830. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/86179.htm>.

17 IT education with the use of an intelligent learning environment / P. D. Basalin, E. A. Semagina, E. A. Neimark, A. Y. Timofeev, I. A. Fomina, N. N. Chernyshova // Modern information technologies and IT-education, ed. : Foundation for promotion of Internet media, it education, human potential «Internet media League». – Moscow, 2017. – Vol.13. – № 4. – P. 105-111.

18 Chashechnikova, E. A. The Use of information technologies in the educational process / E. A. Chashechnikova // New information technologies in education : materials international. science.-prakt. conf., Yekaterinburg, 1-4 March 2011 : 2 PM. – Ekaterinburg : FGAOU VPO «Ros. State Prof. – Ped. Un-t», 2011. – Part 1. – P. 305-306.

19 Chubarova, E. Training materials for the training of teachers to activities using information, communication and distance learning technologies / E. Chubarova, N. In. Lomovtseva // New information technologies in education : materials international. science.-prakt. conf., Yekaterinburg, 1-4 March 2011 : 2 PM. – Ekaterinburg : FGAOU VPO «Ros. State Prof. – Ped. Un-t», 2011. – Part 1. – P. 309-313.