

ФИЗИКА В НОВОЙ ШКОЛЬНОЙ И ВУЗОВСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ МИТ (МАТЕМАТИКА–ИНФОРМАТИКА–ТЕХНИКА)

Ахметова Ирина Гареевна¹

доктор технических наук, зав. кафедрой, irina_akhmetova@mail.ru

Жуков Владимир Павлович²

доктор технических наук, профессор, zhukov-home@yandex.ru

Очков Валерий Федорович³

доктор технических наук, профессор, ochkovvf@mpei.ru

Петрова Елена Борисовна⁴

доктор педагогических наук, профессор, eb.petrova@mpgu.su

Шацких Юлия Владимировна³

кандидат технических наук, зав. кафедрой, shatskih_jv@mail.ru

¹ Казанский государственный энергетический университет, 420066, Российская Федерация, г. Казань ул. Красносельская, 51

² Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, 153003, Российская Федерация, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34

³ Национальный исследовательский университет "МЭИ", 111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1

⁴ Московский педагогический государственный университет, 119435, Россия, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 1, строение 1

Аннотация

В современном образовании активно рассматриваются вопросы организации учебного процесса с междисциплинарными связями. Одно из возможных решений – введение отдельной дисциплины, в которой одновременно использовались бы знания по математике, информатике и физико-техническим наукам (технике). Авторы предлагают назвать такую новую дисциплину МИТ (математика, информатика, техника). В рамках этого инновационного учебного курса знания по математике и физике используются для описания конкретного природного явления или технического процесса. В докладе показан пример проведения занятия с использованием свободно распространяемой физико-математической программы SMath Studio. С помощью этого компьютерного инструмента могут решаться самые разные задачи по физике, а также задачи с межпредметным содержанием. Данная программа также может быть использована и для инженерных расчетов. Подобные занятия могут быть организованы не только в ВУЗах, но и в школе в рамках дополнительных занятий. Учитывая наличие утвержденного стандарта городского образовательного проекта «Инженерный класс в московской школе» использование таких занятий является крайне актуальным. Для учащихся инженерных классов необходимо усиление не только фундаментальной составляющей образования, более глубокое освоение дисциплин области «Естественные науки», но и освоение учебного предмета «Информатика» на уровне, позволяющем использовать полученные навыки для решения практических задач.

Ключевые слова

Преподавание физики, междисциплинарный подход, решение задач, SMath Studio, STEM, МИТ.

**PHYSICS IN A NEW SCHOOL AND UNIVERSITY DISCIPLINE – MIT
(MATHEMATICS – INFORMATICS – ENGINEERING)**

Akhmetova Irina G.¹

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, irina_akhmetova@mail.ru

Zhukov Vladimir P.²

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, zhukov-home@yandex.ru

Ochkov Valery F.³

Doctor of Technical Sciences, Professor, ochkovvf@mpei.ru

Petrova Elena B.⁴

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, 1960_15@list.ru

Shatskikh Yuliya V.³

Candidate of Technical Sciences, Head of the Department, shatskih_jv@mail.ru

¹ Kazan State Power Engineering University, 420066, Russian Federation, Kazan, Krasnoselskaya St., 51

² Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, 153003, Russian Federation, Rabfakovskaya St., 34

³ National Research University "Moscow Power Engineering Institute", 111250, Russia, Moscow, Krasnokazarmennaya St., 14, build. 1

⁴ Moscow Pedagogical State University, 119435, Russia, Moscow, 1/1 Malaya Pirogovskaya Str.

Abstract

In modern education, the organization of the educational process with interdisciplinary connections is actively considered. One possible solution is to introduce a new discipline that would share knowledge in mathematics, informatics, and physics and technology (engineering). The authors propose to name such a new discipline MIT (mathematics, informatics, engineering). In this innovative training course, knowledge of mathematics is used to describe a specific physical phenomenon or technical process. The article shows an example of a lesson using the freely distributed SMath Studio program. This program can be used to solve a wide variety of physics problems, as well as problems with interdisciplinary content. It can also be used for engineering calculations. Such classes can be organized not only in universities, but also in schools as part of additional classes. Given the existence of the approved standard of the urban educational project "Engineering class in a Moscow school", the use of such classes is extremely relevant. For students of engineering classes, it is necessary to strengthen not only the fundamental component of education, deeper mastering of disciplines in the field of "Natural Sciences", but also mastering the subject "Informatics" at a level that allows them to use the acquired skills to solve practical problems.

Keywords

Teaching physics, interdisciplinary approach, problem solving, SMath Studio, STEM, MIT.

В настоящее время в школах и в ВУЗах выкристаллизовывается новый вид занятий – новый и по форме и по содержанию. Школьники и студенты собираются в классе или аудитории, оснащенной современной вычислительной техникой, и целый день (с перерывом на физкультуру и обед) решают интересную инженерную и/или

научно-техническую задачу – проектируют, например подвесную канатную дорогу [1]. Или ведут прикидочные расчёты системы противовоздушной обороны, что будет показано ниже.

В западных странах такие занятия обозначаются аббревиатурой STEM – Science, Technology, Engineering и Mathematics [2; 3]. В Германии, Австрии и Швейцарии в ходу сокращение MINT – Mathematika, Informatika, Naturwissenschaft (Естествознание) и Technik. В России предлагается такие занятия обозначать как МИТ [4] (см. название доклада). В перечисленных аббревиатурах нет букв Р (Physic) или Ф (физика), но они безусловно присутствуют в неявном виде.

В трех российских ВУЗах энергетического профиля (Казанский государственный энергетический университет, Ивановский государственный энергетический университет и Московский энергетический институт – ныне НИУ «МЭИ») при методической поддержке Московского педагогического государственного университета уже почти 30 лет ведутся занятия МИТ, постепенно выросшие из учебных дисциплин «Программирование», «Информатика», «Инженерные расчёты» и др. Накоплен богатый опыт по содержанию и методам преподавания дисциплины МИТ с включением междисциплинарных связей.

Сценарий одного занятия МИТ – решение интересной физической и математической задачи представлен ниже. Задача довольно актуальная и связана со сложным современным международным положением, что позволяет в ткань занятия вплести и политологию, геополитику. Условие задачи: из пушки выпустили снаряд, который нужно перехватить и уничтожить. Для этого запускается ракета, которая летит строго на снаряд [5] и достигает цели. Необходимо, определить траектории полёта снаряда и ракеты, время и место перехвата.

Итак, решаем задачу с привлечением математики («чистой» и прикладной), физики, баллистики, гидрогазодинамики и прочих школьных и вузовских дисциплин, которую практически невозможно решить без компьютера. При этом используется российская свободно распространяемая физико-математическая программа SMath Studio [6], работающая не только с Windows, но и с Linux. Существует и облачная версия программы, не требующая установки чего-либо на компьютере.

На рисунке 1 показан SMath-расчёт полёта ракеты к летящему артиллерийскому снаряду, у которого начальная скорость v_0 . Ствол пушки поднят над горизонтом под углом α . Задана масса снаряда m , диаметр его сечения d и коэффициент трения снаряда о воздух f (первая строка расчёта). На второй строке задаются координаты пуска ракеты к снаряду и её скорость, которая будет оставаться постоянной во время погони за снарядом. Мы работаем не просто с числовыми значениями, а с физическими величинами. Это современный тренд, а где-то уже и стандарт инженерных и научно-технических расчётов, расчётов учебного плана. Наверху рисунка 1 показаны инструменты ввода в расчёт единиц измерения. Переменные имеют индексы – текстовые (часть имени переменной, сдвинутая вниз) и векторные (оператор работы с векторами и матрицами). Первый индекс вводится в расчёт через точку, а второй – через символ «[» (открывающаяся квадратная скобка). Есть и двойной индекс (см. операторы ввода на второй строке расчёта), где задаются первые элементы векторов x_r и y_r – координаты старта ракеты. В ходе расчёта (а он скрыт в свёрнутой области с соответствующей надписью) будут заполнены последующие элементы этих векторов, что позволит показать на графике и даже в анимации траекторию полёта снаряда и ракеты.

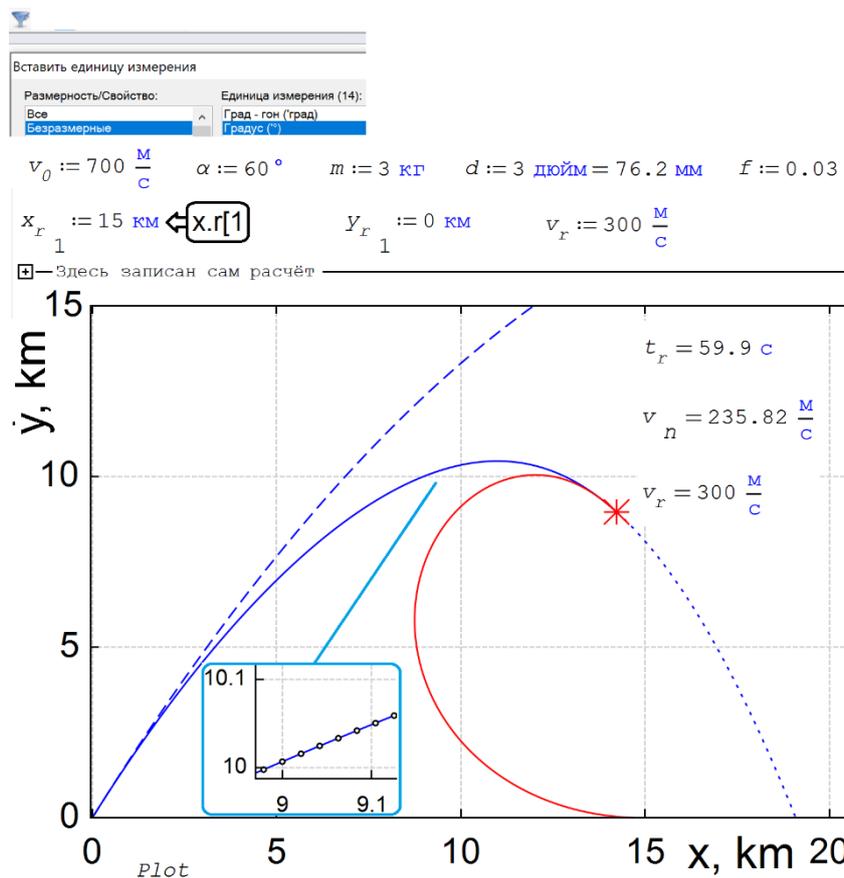


Рисунок 1 — Расчёт перехвата артиллерийского снаряда

На рисунке 2 первой строкой ведётся расчёт площади поперечного сечения снаряда s и задаётся плотность воздуха ρ_{air} . По хорошему счёту здесь должна быть функция, а не константа – плотность воздуха падает по высоте. Но сделаем допущение для малых высот, что это константа. Ещё два допущения: коэффициент трения f тоже константа, а сила трения пропорциональна скорости в квадрате, что будет записано в соответствующих дифференциальных уравнениях, о которых речь пойдет ниже. Далее двумя операторами задаётся конечное время численного решения задачи t_{end} и число N разбиения участка от нуля до t_{end} .

Во второй строке на рисунке 2 записаны две функции, возвращающие координаты полёта снаряда в безвоздушном пространстве в зависимости от времени. Индекс p в именах функций – это первая буква слова «парабола». Снаряд (материальная точка, имеющая массу, но не имеющая размеры) полетит из пушки по параболе, если принять, что Земля плоская (однородное гравитационное поле), а воздуха нет. Формулы получены через интернет, где есть сайты для аналитического решения систем дифференциальных уравнений, например такой www.wolframalpha.com¹. На рисунке 1 показаны две траектории полёта снаряда, выходящие из начала координат: пунктир – без учёта сопротивления воздуха и сплошная линия – с учётом. А как был принят воздух во внимание?

1

https://www.wolframalpha.com/input?i2d=true&i=x%27%27%5C%2840%29t%5C%2841%29%3D0%5C%2844%29+y%27%27%5C%2840%29t%5C%2841%29%3D-g%5C%2844%29+x%5C%2840%290%5C%2841%29%3D0%5C%2844%29+y%5C%2840%290%5C%2841%29%3D0%5C%2844%29+x%27%5C%2840%290%5C%2841%29%3Dv0*cos%5C%2840%29a%5C%2841%29%5C%2844%29+y%27%5C%2840%290%5C%2841%29%3Dv0*sin%5C%2840%29a%5C%2841%29

Для этого была составлена и решена численно система двух обыкновенных дифференциальных уравнений полёта снаряда из пушки. Они показаны в рамочке на рисунке 2: произведение массы на ускорение (на вторую производную пути по времени) равно сумме сил, действующих на материальную точку. Задействован принцип суперпозиций: упомянутое равенство (второй закон Ньютона) рассмотрено и по горизонтали, и по вертикали. В горизонтальном направлении на снаряд действует только сила трения воздуха. В вертикальном направлении к этой силе добавлена сила притяжения Земли. Скорость полета снаряда в вертикальном направлении меняет свой знак – снаряд сначала летит вверх, а потом вниз. Поэтому-то в соответствующем дифференциальном уравнении записан не квадрат скорости, а произведение скорости на её абсолютное значение. Это сделано для того, чтобы сила трения снаряда о воздух была всегда направлена против движения снаряда. Возведение во вторую степень лишает скорость знака (направления): вектор превращается в скаляр.

□ — Здесь записан сам расчёт

$$s := \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 45.60 \text{ см}^2 \quad \rho_{air} := 1.125 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad t_{end} := 95 \text{ с} \quad N := 1000$$

Начало области

$$x_p(t) := v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \quad y_p(t) := v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - g_3 \cdot \frac{t^2}{2}$$

Начальные условия	Дифференциальные уравнения
$x(0 \text{ с}) = 0 \text{ м}$	$x'(0 \text{ с}) = v_0 \cdot \cos(\alpha)$
$y(0 \text{ с}) = 0 \text{ м}$	$y'(0 \text{ с}) = v_0 \cdot \sin(\alpha)$
	$m \cdot x''(t) = -f \cdot s \cdot \rho_{air} \cdot x'(t)^2$
	$m \cdot y''(t) = -g_3 \cdot m - f \cdot s \cdot \rho_{air} \cdot y'(t) \cdot y'(t) $

$M := \text{rkfixed}\left(\begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}, t_{end}, \begin{bmatrix} \text{Матрица с 1 строкой и с 3 столбцами} \\ \text{кг} := 1 \text{ м} := 1 \text{ с} := 1 \\ N \end{bmatrix}\right)$ Временно лишаем уравнения размерностей

$t := \text{col}(M, 1) \text{ с}$ $x := \text{col}(M, 2) \text{ м}$ $y := \text{col}(M, 4) \text{ м}$ Возвращаем размерности

$vx := \text{col}(M, 3) \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $vy := \text{col}(M, 5) \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v := \sqrt{vx^2 + vy^2}$

Рисунок 2 — Расчёт траектории полета артиллерийского снаряда

Если из уравнений, показанных в рамочке на рисунке 2, в правой части убрать произведения, где фигурирует коэффициент f , то такую систему можно решить аналитически – получить функции, которые введены в расчёт повыше рамочки на рисунке 2. Если же учитывать сопротивление воздуха, то аналитического решения можно и не получить. Тут придется переходить к численным методам расчёта – к табулированию искомых функций, что и показано на рисунке 2 в рамочке и функцией *rkfixed* под ней (метод Рунге–Кутты с фиксированным шагом).

Функция *rkfixed* возвращает вектор с пятью столбцами и $N + 1$ строками. Первый столбец – это дискретные значения времени от нуля (выстрел) до значения t_{end} , которое задано пользователем вместе со значением N . Остальные столбцы матрицы M хранят рассчитанные значения координат летящего снаряда и его скорости по абсциссе и ординате. Встроенная в SMath функция *col* изымает из матрицы указанные столбцы и заносит их в вектора t , x , y , vx и vy . Вектор v хранит полную скорость снаряда.

На рисунке 1 можно видеть фрагмент кривой полета снаряда, где на сплошную линию нанизаны точки. Этим лишним раз подчеркивается то, что решение численное, а не аналитическое: мы получаем не функцию, а дискретные значения искомой функции, по которым интерполяцией строится кривая.

В расчёте на рисунке 3 формируются векторы x_r и y_r , первые элементы которых (дислокация пусковой ракетной установки) были заданы в начале расчёта на рисунке 1.

Переменная Δt хранит промежуток времени, за который снаряд переместиться из одной дискретной точки расчёта в другую. Вектор φ будет накапливать значения азимута полета ракеты – угла между направлением её движения и линией горизонта. Переменная L – это текущее расстояние от ракеты до снаряда. Ракета, повторяем, летит строго на снаряд. Она управляется с земли и/или с помощью бортового компьютера.

Векторы x_r , y_r и φ заполняются в теле цикла *for*: мы знаем значения предыдущих элементов трёх векторов (i) – рассчитываем по несложным формулам значения последующих элементов ($i+1$). Такие итерации проводятся до тех пор, пока ракета не достигнет снаряда – расстояние L между ними станет меньше пяти метров. Тут сработает боевая часть ракеты, и снаряд будет уничтожен (см. разлетающиеся искры на рис. 1): салют в честь сбитого снаряда. В конце расчёта на рис. 3 определяется число шагов до попадания ракеты в снаряд (n), время полета (t_r) и указывается конечное (роковое) расстояние между снарядом и ракетой. Далее векторы x и y (координаты полёта снаряда) разбиваются на два отдельных – полёт до встречи с ракетой (1) и несостоявшаяся часть полёта (2). Данная задача, это помимо прочего, хорошее упражнение по работе с векторами и матрицами курса линейной алгебры.

```


$$\Delta t := \frac{t_{end}}{N} = 0.095 \text{ с}$$


$$\varphi_1 := \left[ \arctg \left( \frac{y_1 - y_r}{M}, \frac{x_1 - x_r}{M} \right) \right] = [180.0]^\circ$$


$$L := \sqrt{(x_1 - x_r)^2 + (y_1 - y_r)^2} = 15.00 \text{ км}$$

for i := 1, L > 5 м, i := i + 1
  
$$x_{r_{i+1}} := \text{eval} \left( x_{r_i} + v_r \cdot \Delta t \cdot \cos(\varphi_i) \right)$$

  
$$y_{r_{i+1}} := \text{eval} \left( y_{r_i} + v_r \cdot \Delta t \cdot \sin(\varphi_i) \right)$$

  
$$\varphi_{i+1} := \text{eval} \left( \arctg \left( \frac{y_i - y_{r_i}}{M}, \frac{x_i - x_{r_i}}{M} \right) \right)$$

  
$$L := \sqrt{(x_{i+1} - x_{r_{i+1}})^2 + (y_{i+1} - y_{r_{i+1}})^2}$$

n := length(x_r) = 631   t_r := t_n = 59.8 с   L = 3.07 м
x_1 := submatrix(x, 1, n, 1, 1)   x_2 := submatrix(x, n, N, 1, 1)
y_1 := submatrix(y, 1, n, 1, 1)   y_2 := submatrix(y, n, N, 1, 1)

```

Рисунок 3 — Расчёт траектории полета ракеты ПВО

Особо следует рассказать о функции *eval* в среде SMath. Дело в том, что в этот физико-математический пакет встроена символьная, а не численная математика. Вследствие этого вычисления производятся с максимальной точностью и, следовательно, довольно долго. Это незаметно в линейных вычислениях, но становится нестерпимым в циклах. Функция *eval* преобразует символьное выражение (1/3, например) в численное (0.333...), что ускоряет расчёт за счёт некоторой потери точности. Но у нас весь расчёт довольно приближенный даже без учета принятых упрощений.

Последний оператор области, показанной в свернутом виде на рисунке 1, отображен на рисунке 4. Переменную *Plot* достаточно вставить аргументом графика и отформатировать его должным образом.

В вышеприведенном расчёте есть допущения и упрощения. Вот некоторые из них:
 – не учтено изменение плотности воздуха по высоте;
 – коэффициент трения снаряда о воздух не является константой, а зависит от режима обтекания снаряда воздухом;

– скорость ракеты ПВО может меняться;
 – ракета ПВО может лететь не прямо на снаряд, а делать это с опережением и др.
 Эти допущения на занятии можно убрать и дополнительно создать анимацию полёта снаряда и ракеты. Кроме того, можно ракету заменить снарядом из зенитной пушки

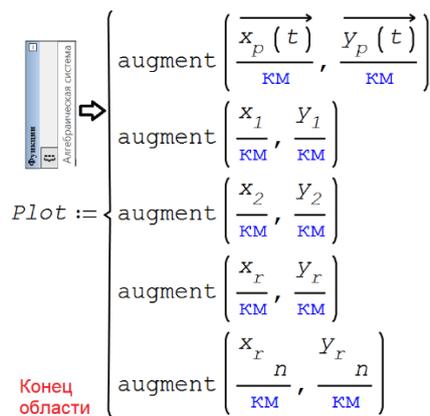


Рисунок 4 — Формирование аргумента графика на рисунке 1

Описанное выше занятие может быть полезно и при подготовке учителей физики. В настоящее время нередко в педагогических ВУЗах студенты обучаются по двум специальностям. Так в Московском педагогическом государственном университете есть специализация «Физика и информатика». Это означает, что студенты в равной степени должны освоить и знания по физике, но в тоже время получить навыки программирования (см. рис. 3), а также работы в среде физико-математических пакетов. На наш взгляд, было бы полезным научить студентов решению задач не только традиционным способом, но и с использованием средств информатики.

Файлы задачи, рассмотренной выше, хранятся на сайте пользователей SMATH Studio по адресу https://en.smath.com/forum/yaf_postst25520_Iron-Dome.aspx.

Список литературы

1. Очков В. Ф. Проектируем канатную дорогу / В. Ф. Очков, Ю. В. Чудова // Физика в школе. – 2023. – № 5. – С. 40–46.
2. Ochkov V. 2⁵ Problems for STEM Education / V. Ochkov. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – 396 с.
3. Ochkov V., Stevens A., Tikhonov A. STEM Problems with Mathcad and Python. – Boca Raton: CRC Press, 2022. – 426 с.
4. Очков В. Ф. Применение разностных схем к решению задачи о погоне / В. Ф. Очков, И. Е. Васильева // Труды СПИИРАН. – 2019. – Вып. 18 (6). – С. 1406–1429.
5. Очков В. Ф. 16 занятий МИТ: Математика — Информатика — Техника: научно-популярное издание / В. Ф. Очков. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 292 с. — ISBN 978-5-507-51700-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/455684> (дата обращения: 27.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

References

1. Ochkov V. F. Designing a cable car / V. F. Ochkov, Yu. V. Chudova // Physics at school. – 2023. – No. 5. – pp. 40-46.
2. Ochkov V. 2⁵ Problems for STEM Education. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – 396 p.
3. Ochkov V., Stevens A., Tikhonov A. STEM Problems with Mathcad and Python / V. Ochkov, A. Stevens, A. Tikhonov – Boca Raton: CRC Press, 2023. – 426 с.
4. Ochkov V. F. Application of difference schemes to solving the chase problem / V. F. Ochkov, I. E. Vasilyeva // Proceedings of SPYIRAN. – 2019. – Issue 18 (6). – pp. 1406-1429.
5. Ochkov V. F. 16 lessons MIT: Mathematics - Computer Science - Technology: popular science publication / V. F. Ochkov. - St. Petersburg: Lan, 2025. - 292 p. - ISBN 978-5-507-51700-8. - Text: electronic // Lan:

electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/455684> (date of access: 02/19/2025). - Access mode: for authorized users.

ΦCCCO-2025

ЦИФРОВАЯ ПЕДАГОГИКА: РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Бабаева Марина Алексеевна

кандидат физико-математических наук, доцент, maalba@list.ru

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Аннотация

Обсуждаются терминология новой цифровой педагогики, факторы эффективности онлайн обучения. Анализируются возможности цифровых технологий формата MOOC и результаты их использования в обучении. Рассмотрены резервы повышения мотивации студентов-гуманитариев к изучению естествознания в условиях цифровой педагогики. Представлен опыт Санкт-Петербургского политехнического университета.

Ключевые слова

Цифровая педагогика, мотивация, естествознание, MOOC (массовые открытые онлайн-курсы), онлайн обучение.

DIGITAL PEDAGOGY: RESERVES FOR INCREASING MOTIVATION FOR STUDYING NATURAL SCIENCE

Babaeva Marina A.

Cand. Sci. (Phys. and Math.), Assoc. Prof., maalba@list.ru

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 195251, Russian Federation, St. Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29

Abstract

The terminology of new digital pedagogy, factors of online learning effectiveness are discussed. The reserves for increasing the motivation of humanities students to study natural science in the context of digital pedagogy are considered. The possibilities of digital technologies of the MOOC format and the results of their use in training are analyzed. The reserves for increasing the motivation of humanities students to study natural science in the context of digital pedagogy are considered. The experience of St. Petersburg Polytechnic University is presented.

Keywords

Digital pedagogy, motivation, natural science, MOOC (massive open online courses), online learning.

Мы все являемся свидетелями и участниками глобальных процессов трансформации социальной сферы, инициированной появлением и стремительным развитием информационно-коммуникативных технологий. Для описания меняющегося мира, жизни в нем современного человека, его культуры появилась и продолжает появляться новая специальная терминология, немислимая в прежние времена. Мы, - согласно статистике до 60 % времени проводящие в непосредственном контакте с гаджетами, - уже начали понимать, что такое виртуальная реальность. И практически перешли в культуру т.н. «дополненной реальности» (понимаемой как единство основной и виртуальной), согласившись с тем, что такой переход необратим [1]. Синхронно с общественным, обыденным, так же стремительно и необратимо трансформируется образовательное пространство. В структуру педагогического знания, педагогической

науки органически вошла новая отрасль «цифровая педагогика», засеивая огромное терминологическое семантическое поле новыми ростками, обозначающими образовательные феномены: цифровое образование, цифровое обучение, цифровое воспитание, цифровая дидактика, киберсоциализация, цифровой след, расширенная личность и пр. [2].

Сам термин «цифровая педагогика», безусловно хорош для описания происходящего в образовательном пространстве, но в настоящий момент «размыт», обладает достаточно широким спектром смыслов, что, вообще говоря, характерно для фундаментальных либо не так давно введенных в научный/учебный/обыденный обиход терминов. В настоящее время идет процесс уточнения основных терминов цифровой педагогики (цифровая дидактика, теория цифрового воспитания и пр.) как отрасли педагогической науки, рассматривающей закономерности цифрового образования, изучающей способы повышения результативности цифровых образовательных процессов в контексте развития личности. Становление и смысловое наполнение новых терминов - закономерный этап в выявлении, описании и осмыслении закономерностей развития педагогической науки, синхронного, как и многие процессы культуры, с развитием технологий. Но исследователи образовательных процессов обращают внимание на отсутствие в настоящий момент новых теоретических конструктов, которые стали бы фундаментом эффективного современного обучения и позволили бы вписать цифровую педагогику в более широкий контекст педагогической науки и теории обучения [3]. Создание теоретического фундамента цифрового обучения – на повестке дня. Поэтому так важны исследования отдельных аспектов цифрового обучения, анализ результатов использования цифровых технологий в образовательном пространстве, особенностей организации нового образовательного процесса, изучение влияния цифровых форм на личности ученика и учителя, их взаимодействие и т.п.

По общему мнению исследователей образования, решающим фактором эффективности процесса обучения является мотивация обучаемого: мотивированный труд значительно эффективнее труда «из-под палки». В самом общем смысле «мотивация есть объяснительный конструкт, используемый для объяснения причин поведения людей (того, почему они ведут себя так, а не иначе), его направленности и механизмов осуществления» [4, с. 48]. Исследование мотивации – это фактический поиск ответов на вопрос: почему люди думают и ведут себя так, как они делают? Соответственно учебная мотивация (*academic motivation*) — это причина и регулятор учебной деятельности. Об образовательной мотивации говорят как о субъективном отношении ученика к целям, процессу и результатам образовательной деятельности. Уровень учебной мотивации влияет и на вовлеченность студентов в учебную деятельность, и на их академические достижения. В основу большинства российских исследований положено выделение разнообразных мотивов учебной деятельности. В современных зарубежных исследованиях наиболее популярными являются две концепции учебной мотивации (на которых чаще всего основываются измерения): иерархическая теория самодетерминации (*hierarchical self-determination theory*) и теория достиженческих целевых ориентаций (*achievement goal orientation theory*) [5]. Первая сосредоточена на изучении мотивов, побуждающих к учебной деятельности, причин вовлечения в учебный процесс. Вторая изучает цели, которых обучающийся стремится достичь в будущем, осуществляя деятельность сейчас. Анализ многочисленных подходов к описанию учебной мотивации позволяет заключить, что сложно говорить о единой теории учебной мотивации, но для решения конкретных задач могут быть взяты за основу отдельные концепции, описывающие различные аспекты мотивации. Среди основных факторов, определяющих учебную мотивацию, российские исследователи называют образовательную систему, образовательное учреждение; организацию процесса обучения; особенности личности обучаемого (возраст, пол, развитие,

способности, самооценка, амбициозность, взаимодействие и т.п.); особенности личности педагога и его взаимодействия с обучаемыми; специфику предмета изучения.

Естественно предположить, что поскольку проблема учебной, образовательной мотивации является одной из центральных и актуальных в обучении, то таковой она остается и в условиях новой, цифровой педагогики и по-прежнему нуждается в самом внимательном изучении. Безусловно, целью новой педагогики не является цифровая технологизация образовательного процесса, которая при грубом употреблении, в рамках старой парадигмы может привести только к появлению «говорящих голов» как альтернативы взаимодействия, цифровой форме отчетности как единственному нововведению и прочим феноменам симплификации новой цифровой педагогики. Рассмотрим подробнее, как может повлиять на мотивационную сферу обучаемых применение новых элементов цифровой педагогики, в частности использование цифровых и иных возможностей, которые предоставляет в этом плане формат МООК. Сегодня онлайн-формат обучения стал неотъемлемой частью образовательного процесса, а такие мощные цифровые инструменты как МООК (массовые открытые онлайн курсы) получили кредит доверия и стали равноправными элементами образовательных программ наряду с аудиторными занятиями. Со времени создания (2007-2008 гг.) формат МООК прошел все основные традиционные стадии становления новой технологии - и «пик завышенных ожиданий», и «нижнюю точку разочарования». Сегодня, используя термины известной кривой «цикл зрелости технологии» Gartner, формат вышел на уверенное «плато зрелости». В учебном процессе многих вузов РФ успешно используются онлайн курсы российской национальной платформы открытого образования (НПОО). На базе платформы, где ведущие российские университеты предлагают свои лучшие МООК по базовым дисциплинам, организовано и сетевое взаимодействие вузов.

Каким образом онлайн формат может повлиять на эффективность процесса обучения? Связан ли уровень эффективности с изменениями в мотивационной сфере обучаемых? Какие именно новые приемы, основанные на цифровых технологических возможностях, позволяют говорить о повышении мотивации к обучению? Коллективные оценки эффективности формата МООК в обучении уже проводились. Оценивалось влияние мотивации на уровень вовлеченности в МООК, и связь мотивации с завершением курса. Изучалась эффективность мотивационных стратегий в отношении вовлеченности и удержания учащихся на курсе [6, 7]. Исследователи отмечают, что активность, вовлеченность и настойчивость слушателей курса можно усилить в результате использования таких возможностей формата МООК, как индивидуальная траектория обучения, интерактивный контент и совместная работа участников. Однако, оценки эффективности формата в большинстве исследований проводились для МООК, не использовавшихся в вузовском учебном процессе. Слушатели, в основном, либо самостоятельно записавшиеся на курс, руководствуясь первоначальным интересом, либо вынужденно повышали свою квалификацию в процессе поиска работы. Но особый интерес естественно представляет оценки резервов мотивации студентов, занимающихся на курсе в формате МООК, включенного в учебный процесс университета.

Воспользуемся опытом, полученном в обучении студентов естествознанию в Санкт-Петербургском политехническом университете. Прежде всего, необходимо отметить, что в Политехе создана комфортная цифровая образовательная среда, которая предоставляет уникальные возможности обучения и самообразования. Именно качество образовательной среды определяет качество образовательного результата. Благодаря работе Центра открытого образования СПбПУ, в университете своевременно внедряет передовые цифровые технологии, и это обеспечивает студентам и преподавателям современные инструменты для онлайн обучения. Система электронного обучения «Открытый Политех» (на базе модернизированной версии Moodle), может поддерживать

до 3000 одновременных пользователей, интегрируется с учетными системами университета и обеспечивает ключевые задачи образовательного процесса. Это передача, доступ к информации: интерактивные лекции, учебные материалы, мультимедийный контент. Это контроль знаний: тестирование, практические задания, элементы геймификации. Это взаимодействие участников образовательного процесса: чаты, форумы, видеоконференции, совместная работа над проектами. Это организация обучения: управление курсами, мониторинг успеваемости, планирование и персонализация учебного процесса. Всеми этими богатейшими возможностями могут пользоваться преподаватели и студенты СПбПУ при организации работы по обучению и учению. Онлайн курсы, в том числе в формате МООК, органично вписаны в образовательный процесс университета.

В Политехническом университете изучение естествознания реализуется через дисциплину «Концепции современного естествознания» («КСЕ») и обязательно для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной, заочной) социально-экономических и гуманитарных направлений подготовки. Изучают дисциплину и магистранты, и студенты, выбравшие курс в рамках модуля мобильности (вот и пример реализации индивидуальной траектории обучения). Сосредоточимся на обсуждении обучения студентов-гуманитариев, в котором ведущую роль играет формат т.н. смешанного обучения (blended learning). Онлайн сторону в смешанном обучении представляет электронный курс (МООК) «Концепции современного естествознания», размещенный на Российской национальной платформе открытого образования – НПОО [8]. Продолжительность курса 16 недель. Модули курса открываются последовательно, каждую неделю, - синхронно с учебным расписанием. Информации много, но формы ее доступа разнообразны: видео-лекции, презентации лекций, краткие конспекты, материалы к электронному практическому занятию, материалы для самостоятельной работы, вопросы для самопроверки, тестовые задания. Последняя неделя курса отводится на организацию итогового тестирования слушателей, которое обязательно проходит в режиме идентификации личности слушателей курса, с прокторингом.

Процесс освоения основ естествознания студентами-гуманитариями специфичен, в том числе из-за изначально низкой мотивации к изучению естественнонаучных дисциплин, которую вчерашние школьники привносят в университетские курсы. Школа неплохо развивает «внешнюю» сторону мотивационной системы с ведущим принципом «долженствования». А вот такие «внутренние» модули, как «могу» и «хочу» в отношении изучения естествознания у большинства студентов развиты плохо. Такое отсутствие личностного мотива в сочетании с невысоким уровнем математической и естественнонаучной школьной подготовки (с высоты которого мог бы стартовать модуль «могу»), заметно снижает качество обучения и эффективность функционирования всей педагогической системы. На какие особенности формата МООК можно опереться для повышения мотивации обучаемых? Как стимулировать активность студентов – фундамент мотивации? Важное условие активности – возможность самостоятельного выбора, самостоятельного решения. Изучение дисциплины КСЕ для студентов Политеха обязательно, но возможность выбора заложена в формате МООК. Студент может проявить самостоятельность в выборе темпа, времени и места изучения материалов дисциплины, все это предоставляет форма онлайн обучения. Такой выбор положительно оценили более 87% опрошенных студентов, именно это развивает, по их мнению, самоорганизованность и самодисциплину. Текущее тестирование обязательно после изучения материалов каждой темы курса. Но предусмотрена система дедлайнов, регламентирующая сроки выполнения тестовых заданий и отводящая на выполнение от одной до трех недель. В том числе из-за такой временной гибкости, более 82 % студентов высоко оценили возможность самостоятельно планировать и свободно распоряжаться собственным учебным временем. Уже было отмечено разнообразие форм подачи

материалов дисциплины, которые размещены в рамках MOOK. Студент имеет возможность самостоятельно выбрать ту форму, которая удобна ему, тем самым приняв непосредственное участие в организации собственного обучения.

Удобен ли онлайн формат обучения студенту? Не служит ли он основанием отрицательной мотивации? Опросы убеждают в высокой положительной оценке формата онлайн. И это, безусловно, фундамент для развития модуля «могу» в мотивационной сфере обучающегося. По-видимому, для вчерашних школьников, большинство из которых впервые занимаются на онлайн курсах, электронный формат обучения оказался понятен и удобен – возможно, из-за схожести процессов получения информации, общения на курсах с таковыми в социальных сетях, где и школьники, и студенты традиционно активны. Среди резервов повышения мотивации можно назвать не только форму подачи информации, но и саму информацию, качество ее изложения. Содержание дисциплины, как показывает опыт преподавания, не вызывает отторжения у первокурсников. Передачу содержания дисциплины, ясность, последовательность, доступность изложения материала 96 % студентов отметили в оценках «отлично», «очень хорошо», «хорошо» («отлично» поставили 47,22 %). Естественное, окружающий мир, картина природы, рисованная наукой, – как правило, интересны подавляющему большинству студенческой аудитории. Препятствием является лишь неудачный школьный опыт изучения, развивающий чересчур критическое отношение к собственным образовательным возможностям. Но все это тоже преодолимо. Регулярный самоконтроль, тестирование с возможностью сразу увидеть результат ответа – также способствуют повышению мотивации к обучению.

В рамках курса формата MOOK возможно наладить взаимодействие студента и преподавателя, студентов друг с другом. Такая коммуникация, основа обратной связи, возможна с использованием вкладки Форум («Обсуждение»), где каждый участник курса может высказаться или задать вопросы по курсу. Цифровой мир образования становится прозрачным. Цифровой след ученика на курсе, возможность фиксации действий слушателя по поводу освоения материала (сколько времени потратил на изучение того или иного модуля, на самостоятельную работу, на выполнение тестовых заданий) – дает преподавателю мощную обратную связь, факты для анализа поведения студентов на курсе, фиксации затруднений конкретных учеников, а значит, и возможность прогноза конкретных траекторий обучения для каждого ученика и их своевременной коррекции [9].

Опыт использования цифровых технологий в русле цифровой педагогики пока убеждает в безопасности их применения, отсутствии отрицательных аспектов. Наоборот, открывается поле их невиданных возможностей. Но озабоченность многих педагогов вызвало, например, стремительное развитие и массовая доступность технологий искусственного интеллекта, которые пока еще органично не вошли в арсенал педагогической науки. Академик РАН Александр Сергеев, научный руководитель Национального центра физики и математики, в недавней лекции «Прогноз 2045: Искусственный интеллект, искусственная жизнь и...физика», прочитанной в Политехе для студентов и аспирантов, высказал мнение, что основным преимуществом таких технологий будет ускорение и оптимизация всех процессов, а главной проблемой – лишение людей способности принимать решения и брать на себя ответственность. Академик предупреждал, что возможен и негативный, кажущийся сегодня фантастическим, сценарий, приводящий к ранжированию на категории: 1 % людей, владеющих и распоряжающихся информацией, далее машинный слой, а еще далее 99 % людей толпы, живущих по законам и алгоритмам, задаваемым искусственным интеллектом. Чтобы этого не допустить, подчеркивал академик, важно суметь остаться думающим и критически мыслящим человеком, принимающим кардинальные решения самостоятельно. Понятно, что любая появляющаяся в цифровом пространстве цифровая

технология, как сейчас искусственный интеллект, будет создавать возможности и точки роста, развития педагогической системы. Будет открывать одни двери и закрывать другие. Но важно понимать, что технологизация образовательного пространства – не цель педагогики, а только средство, новые возможности найти и применить способы повышения результативности образовательных процессов в контексте развития личности.

Список литературы

1. Казакова Е. И. Пять оснований качества для цифровой педагогики // Цифровая педагогика для начинающих: серия вебинаров. URL: http://teachers.nanograd.academy/digital_pedagogy_101
2. Илалтдинова Е. Ю. Цифровая педагогика: особенности эволюции термина в категориально-понятийном аппарате педагогики / Беляева Т. К., Лебедева И. В. // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 4(40). – С. 33–43. doi: 10.32744/pse.2019.4.3
3. Бабаева М. А., Голубев Е. Б. «Талгенизм» в эпоху цифровизации: отечественная история сМООС // Высшее образование в России. - 2020. - Т. 29. - No 8/9. - С. 71-84 doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-71-84
4. Гордеева Т. О. Мотивация достижения: теории, исследования, проблемы // Леонтьев Д. А. Современная психология мотивации. – М.: Смысл, 2002 – 343 с. – С. 47 – 102
5. Малошенок Н. Г. Учебная мотивация студентов российских вузов: возможности теоретического осмысления / Семенова Т. В., Терентьев Е. А. // Вопросы образования. – 2015. – № 3. – С. 56-85 DOI: 10.17323/1814-9545-2015-3-56-85
6. Semenova T. The role of learners' motivation in MOOC completion // Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning. - 2020. - С. 1-15. DOI: 10.1080/02680513.2020.1766434
7. Zakaria Alj, Anas Bouayad. The Impact of Motivation on MOOC Retention Rates: A Systematic Review. // Emerging Science Journal. – 2024. - Vol. 8, Special Issue – С.118-146 DOI: 10.28991/ESJ-2024-SIED1-08
8. Бабаева М. А. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openedu.ru/course/spbstu/CONCMOD/>
9. Семенов А. Л., Зискин К. Е. Концепция расширенной личности как ориентир цифрового пути образования // сб. Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. – 2021. - вып. 4. – С. 530-535 doi.org/10.33910/herzenpsyconf-2021-4-66

References

1. Kazakova E. I. Pyat` osnovanij kachestva dlya cifrovoj pedagogiki // Cifrovaya pedagogika dlya nachinayushhix: seriya vebinarov. URL: http://teachers.nanograd.academy/digital_pedagogy_1
2. Ilaltdinova E. Yu. Cifrovaya pedagogika: osobennosti e`volyucii termina v kategorial`no-ponyatijnom apparate pedagogiki / Belyaeva T. K., Lebedeva I. V. // Perspektivy` nauki i obrazovaniya. – 2019. – № 4(40). – S. 33–43. doi: 10.32744/pse.2019.4.3
3. Babaeva M. A., Golubev E. B. «Talgenizm» v e`poxu cifrovizacii: otechestvennaya istoriya sMOOC // Vy`sshее obrazovanie v Rossii. - 2020. - T. 29. - No 8/9. - S. 71-84 doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-71-84
4. Gordeeva T. O. Motivaciya dostizheniya: teorii, issledovaniya, problemy` // Leont`ev D. A. Sovremennaya psixologiya motivacii. – M.: Smy`sl, 2002 – 343 s. – S. 47 – 102
5. Maloshonok N. G. Uchebnaya motivaciya studentov rossijskix vuzov: vozmozhnosti teoreticheskogo osmy`sleniya / Semenova T. V., Terent`ev E. A. // Voprosy` obrazovaniya. – 2015. - № 3. – S. 56-85 DOI: 10.17323/1814-9545-2015-3-56-85
6. Semenova T. The role of learners' motivation in MOOC completion // Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning. - 2020. - С. 1-15. DOI: 10.1080/02680513.2020.1766434
7. Zakaria Alj, Anas Bouayad. The Impact of Motivation on MOOC Retention Rates: A Systematic Review. // Emerging Science Journal. – 2024. - Vol. 8, Special Issue – С.118-146 DOI: 10.28991/ESJ-2024-SIED1-08
8. Babayeva M. A. Kontseptsii sovremennogo yestestvoznaniya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://openedu.ru/course/spbstu/CONCMOD/>
9. Semenov A. L., Ziskin K. E. Konceptsiya rasshirennoj lichnosti kak orientir cifrovogo puti obrazovaniya // sb. Gercenovskie chteniya: psixologicheskie issledovaniya v obrazovanii. – 2021. - vy`p. 4. – S. 530-535 doi.org/10.33910/herzenpsyconf-2021-4-66

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Горяев Михаил Александрович¹

доктор технических наук, профессор, mgoryaev@mail.ru

Кононов Алексей Андреевич^{1,2}

кандидат физико-математических наук, доцент, kononovaa@herzen.spb.ru

Смирнов Александр Павлович¹

кандидат физико-математических наук, инженер, smirnov_alexander_hspu@mail.ru

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 48

² Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Научно-исследовательский институт физических исследований, 191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 48

Аннотация

В работе рассмотрены возможности использования компьютерных технологий в образовательном процессе студентов естественнонаучных и технических специальностей при проведении комплекса лабораторных работ по изучению электрических цепей постоянного тока, а также по методам измерения различных электрических величин. Данные лабораторные работы выполняются на компьютеризированном лабораторном комплексе LUCAS-NÜLLE (он же модуль «Экспериментатор») с использованием ноутбуков или настольных компьютеров с установленным программным обеспечением LabSoft, настроенным на выполнение следующих лабораторных работ: «DC Technology» («Изучение закономерностей постоянного тока»), «Measurement of R» («Измерение электрического сопротивления») и «Measurement of electrical parameters» («Методы измерения электрических величин I, U, P»). Обсуждаются задания по изучению закономерностей протекания постоянного тока в электрических цепях с последовательным, параллельным и смешанным соединением резисторов, в том числе, по проверке закона Ома для этих цепей. Кроме того, обсуждаются задания, по изучению методов измерения электрических величин, таких как электрическое сопротивление, сила тока, электрическое напряжение, а также электрическая мощность. Также в работе приведены краткие описания хода выполнения заданий, представленных в данных лабораторных работах.

Ключевые слова

Компьютеризированные лабораторные работы, электрические цепи постоянного тока, закон Ома, методы измерения электрических величин, компьютеризированный лабораторный комплекс LUCAS-NÜLLE, расчет и анализ резистивных электрических цепей.

COMPUTER TECHNOLOGIES IN PHYSICAL EXPERIMENT: DC ELECTRIC CIRCUIT AND MEASURING METHODS OF ELECTRICAL PARAMETERS

Goryaev Mikhail A.¹

Doctor of Engineering Sciences, [professor, mgoryaev@mail.ru](mailto:mgoryaev@mail.ru)

Kononov Alexey A.^{1,2}

PhD in Physics, assistant professor, kononovaa@herzen.spb.ru

SmirnovAlexanderP.¹

PhD in Physics, engineer, smirnov_alexander_hspu@mail.ru

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

² Herzen State Pedagogical University of Russia, Research Institute for Physical Research, 191186, Russian, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

In this work the possibilities of using computer technologies in the education of students majoring in natural sciences and engineering were considered at performance of the complex of the laboratory works on studying of DC (direct current) electric circuits, as well as on methods of measuring various electrical parameters. These laboratory works are performed on the LUCAS-NÜLLE computer laboratory system (It's "Experimenter" system) using laptops or desktop computers with installed LabSoft software, configured to perform the following laboratory works: "DC Technology" ("Study of DC Regularities"), "Measurement of R" ("Measurement of electrical resistance") and "Measuring methods of electrical parameters I, U, P". The tasks on studying the regularities of DC flow in electrical circuits with serial, parallel and combine connection of resistors are discussed, including Ohm's law verification for these circuits. In addition, the tasks on studying the measuring methods of electrical quantities such as electrical resistance, current, electrical voltage and electrical power are discussed. Also, in this paper the brief descriptions of the progress of the tasks presented in these laboratory works.

Keywords

Computer laboratory works, DC (direct current) electrical circuit, Ohm's law, LUCAS-NÜLLE laboratory computer system, measuring methods of electrical parameters, the calculation and analysis of resistor electrical circuits.

Экспериментальная физика всегда была и до сих пор остается важнейшей составляющей всей физики [1]. Практически любое исследование какого-либо физического явления начинается с чувственного опыта, получения эмпирических данных и завершается после прохождения стадий выработки рабочих гипотез с критическим рассмотрением эмпирических результатов и математического развития с нахождением логических следствий, опытной проверкой получаемых теоретических выводов [2]. В связи с этим, одной из главных задач физического образования в технических вузах является обучение основам техники и технологии физического эксперимента, а также привитие культуры эксперимента, когда студент активно участвует в выборе путей и способов решения поставленной задачи на всех стадиях – от постановки эксперимента до окончательной обработки и интерпретации полученных результатов [3, 4]. Только проводя реальную экспериментальную работу, можно приобрести ту культуру физического эксперимента, которая необходима для профессиональной деятельности практически по всем естественнонаучным и техническим специальностям. Выполнение комплексных работ по исследованию показателя преломления [5], внутреннего фотоэффекта [6], спектров и квантового выхода люминесценции [7], оптоэлектроники [8] и гидростатического взвешивания [9], которые востребованы при проведении современных научных исследований и технических разработок, в основном решает эту задачу. Наряду с этим, интенсивное развитие и широкое распространение компьютерных технологий позволяет в ряде случаев повысить культуру эксперимента и эффективность физического образования в целом. В настоящей работе рассмотрены возможности использования компьютерных

технологий в образовательном процессе студентов естественнонаучных и технических специальностей при проведении комплекса лабораторных работ по исследованию электрических цепей постоянного тока, которые широко применяются во многих устройствах, в различных областях науки, техники и производства.

Все рассматриваемые работы выполняются на лабораторном компьютеризированном комплексе LUCAS-NÜLLE с использованием ноутбуков или настольных компьютеров с установленным программным обеспечением (ПО) LabSoft, настроенным на работу с лабораторными работами «DC Technology» («Исследование закономерностей постоянного тока»), «Measurement of R» («Методы измерения R»), а также «Measurement of I, U, P» («Измерение электрических величин I, U, P»). Перед началом каждой лабораторной работы студент знакомится с основными понятиями и законами, касающихся электрического тока и электрических цепей, методами измерения электрических величин, а также с ходом выполнения эксперимента. Кроме того, студенту необходимо подробно рассмотреть физику работы различных приборов, предназначенных для измерения различных электрических величин. Вся эта информация содержится как в соответствующей учебной литературе, так и в самом интерфейсе программного обеспечения LabSoft.

Например, целью работы по исследованию цепей постоянного тока и проверке выполнения закона Ома является изучение закономерностей протекания постоянного тока. В данной работе на соответствующей модуль - плате осуществляется сборка различных резистивных электрических цепей, и производятся измерения основных параметров данных цепей. Важно отметить, что, несмотря на наличие краткого описания хода выполнения лабораторной работы в интерфейсе программного обеспечения, с помощью рассматриваемого компьютеризированного комплекса является возможным значительное самостоятельное расширение перечня выполняемых заданий, так как эксперименты проводятся реальные, а не виртуальные.

После выполнения заданий студентами анализируется массив полученных результатов, а также даются ответы на вопросы, как сформулированные в интерфейсе программного обеспечения после соответствующих заданий, так и сформулированные преподавателем с учетом дополнений и/или модификаций выполняемых заданий.

На этом же лабораторном комплексе LUCAS-NÜLLE с использованием ноутбука или настольного компьютера выполняется работа «Методы измерения электрического сопротивления». После ознакомления обучающимися с основными используемыми понятиями, а также с ходом выполнения данной лабораторной работы ими проводятся измерения электрического сопротивления двух резисторов (R_{X1} и R_{X2}) различными способами, такими как: «Измерительный мост Уитстона» путем балансировки моста, использование закона Ома для участка цепи, а также методом виртуального и реального омметров. Собираются необходимые электрические цепи на базе модуля «Экспериментатор». После выполнения данных заданий студентами также анализируются полученные результаты, делаются выводы по результатам измерений и расчетов.

Также с использованием лабораторного комплекса LUCAS-NÜLLE и компьютера с соответствующим программным обеспечением является возможным выполнение лабораторной работы «Измерение электрических величин U, I, P», целью которой является ознакомление с методами измерения таких величин, как сила тока, напряжение, мощность в электрических цепях. Данная лабораторная работа позволяет рассмотреть на практике принципы работы различных типов электрических приборов (магнитоэлектрические, электромагнитные, цифровые, виртуальные). Выполнив данную лабораторную работу, студенты помимо предъявления полученных результатов, должны провести сравнения различных типов измерительных приборов электрических величин,

объяснив, помимо физики их работы, их преимущества и недостатки при проведении измерений в режиме, как постоянного тока, так и переменного тока.

В заключение следует отметить, что рассмотренные лабораторные работы достаточно оперативно реализуются в эксперименте, а полученные результаты эффективно анализируются благодаря имеющемуся в памяти компьютера теоретическому материалу и программному интерфейсу. Фактически, такой формат лабораторного учебного эксперимента в сочетании с компьютерными технологиями существенно облегчает его проведение, делая его безопасным для учащихся, при этом никак не сокращая объем содержательной части. Получаемые при выполнении этих экспериментов знания и навыки легко воспринимаются и усваиваются студентами естественнонаучных и технических специальностей, но вместе с тем востребованы при проведении современных научных исследований, моделирования различных процессов, а также производство технических разработок, что позволяет заметно повысить культуру физического эксперимента обучающихся в плане его компьютерного сопровождения. Необходимо также подчеркнуть, что выполнение таких работ студентами направления «Информационные технологии» дополнительно способствует их ознакомлению с подходами к созданию программного обеспечения для проведения различных экспериментов и моделирования различных процессов. Опыт проведения описанных выше работ показал их продуктивность в освоении студентами основных представлений о процессах и закономерностях протекания тока в различных электрических цепях, а также эффективность такого комплексного подхода в обучении физике в целом.

Список литературы

1. Льюцци М. История физики / М. Льюцци— М.: Мир, 1970. — 464 с.: ил.
2. Горяев М. А. История физики от Архимеда до Эйнштейна / М. А. Горяев — СПб.: ЛОИРО, 2002. — 120 с.
3. Горяев М. А. Технология физического эксперимента в профессиональном образовании / М. А. Горяев // Матер. XI межд. конф. «ФССО-11». Волгоград: изд. ВГСПУ. — 2011. — Т.1. — С.46-48.
4. Горяев М. А. Методы исследования в физике конденсированного. состояния / М. А. Горяев, И. О. Попова, А. П. Смирнов — СПб.: «Фора-принт», 2015. — 96 с.
5. Горяев М. А. Технология физического эксперимента: оптические свойства твердых тел / М. А. Горяев, А. П. Смирнов // Физическое образование в вузах. — 2014. — Т.20. — № 2. — С.164-168.
6. Горяев М. А. Технология физического эксперимента: сенсibilизированный фотоэффект / М. А. Горяев, И. О. Попова, А. П. Смирнов // Физическое образование в вузах. — 2015. — Т.21.— № 2. — С.103-108.
7. Горяев М. А. Технология физического эксперимента: спектры и квантовый выход люминесценции / М. А. Горяев, И. О. Попова, А. П. Смирнов // Физическое образование в вузах. — 2015. — Т.21. — № 4. — С.39-46.
8. Горяев М. А. Технология физического эксперимента: оптоэлектронный практикум / М. А. Горяев // Матер. XV межд. конф. «Физика в системе современного образования», СПб: изд. РГПУ. — 2019. — Т.1. — С.59-62.
9. Горяев М. А. Технология физического эксперимента: Архимедово взвешивание / М. А. Горяев // Физическое образование в вузах. — 2023. — Т.29. — № 2. — С.91-96.

References

1. L'occi M. Istoriya fiziki / M. Locci — M.: Mir, 1970. — 464 s.: il.
2. Goryaev M. A. Istoriya fiziki ot Arhimeda do Einshteyna / M. A. Goryaev — SPb.: LOIRO, 2002. — 120 s.
3. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta v professional'nom obrazovanii / M. A. Goryaev // Mater. XI mejd. konf. «FSSO-11». Volgograd: izd. VGSPU. — 2011. — T. 1. — S. 46-48.
4. Goryaev M. A. Metody issledovaniya v fizike kondensirovannogo sostoyaniya / M. A. Goryaev, I. O. Popova, A. P. Smirnov — SPb.: «Fora-print», 2015. — 96 s.
5. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta: opticheskie svoystva tverdix tel/ M. A. Goryaev, A. P. Smirnov // Fizicheskoe obrazovanie. v vuzax. — 2014. — T. 20. — № 2. — S.164-168.

6. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta: sensibilizirovanniy fotoeffekt / M. A. Goryaev, I. O. Popova, A. P. Smirnov // Fizicheskoe obrazovanie. v vuzax. — 2015. — T. 21. — № 2. — S.103-108.
7. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta: spektry i ikvantoviy vyhod lyuminescencii / M. A. Goryaev, I. O. Popova, A. P. Smirnov // Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. — 2015. — T. 21.— № 4. — S.39-46.
8. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta: optoelektronniy praktikum / M. A. Goryaev // Mater. XV mejd. konf. «Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya», SPb: izd. RGPU. —2019.— T. 1. —S. 59-62.
9. Goryaev M. A. Tehnologiya fizicheskogo eksperimenta: Arhimedovo vzheshivanie / M. A. Goryaev// Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. — 2023. — T. 29. — № 2. — S.91-96.

ФССО-2025

О МОТИВАЦИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Ельцов Анатолий Викторович

доктор педагогических наук, профессор, eltsov17@rambler.ru

Авачева Татьяна Геннадиевна

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, физики и медицинской информатики, t.avacheva@rzgmu.ru

Милованова Оксана Александровна

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и медицинской информатики, dema.rzn@mail.ru

Кривушин Александр Андреевич

старший преподаватель кафедры математики, физики и медицинской информатики, a.krivushinrsmu@mail.ru

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

Аннотация

В работе рассмотрена роль мотивации в обучении физике в медицинском вузе, указывается, что все изменения в образовательном процессе необходимо проводить с учетом мотивационных аспектов. Отмечается, что студенты, имеющие побудительные мотивы получения образования, знающие универсальные технологии саморазвития, имеют устойчивое позитивное отношение к своей будущей профессии.

Ключевые слова

Учебная мотивация, подготовка медицинских кадров, физика, интерактивные формы обучения.

ABOUT MOTIVATION IN STUDYING PHYSICS AT A MEDICAL UNIVERSITY

Yeltsov Anatoliy V.

Ph.D. (Education), Professor, e-mail: eltsov17@rambler.ru

Avacheva Tatiana G.

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics, Physics and Medical Informatics, t.avacheva@rzgmu.ru

Milovanova Oksana A.

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Medical Informatics, dema.rzn@mail.ru

Krivushin Alexander A.

Senior Lecturer at the Department of Mathematics, Physics and Medical Informatics, a.krivushinrsmu@mail.ru

Ryazan State Medical University named after acad. Ivan Pavlov. 9 Ulitsa Vysokovoltnaya, Ryazan, Russian Federation 390026

Abstract

The paper considers the role of motivation in teaching physics at a medical university, and indicates that all changes in the educational process should be carried out taking into account motivational aspects. It is noted that students who have motivating motives for education, who know universal technologies of self-development, have a stable positive attitude towards their future profession.

Keywords

Educational motivation, medical personnel training, physics, interactive forms of education.

Глубокие перемены в общественно-политической жизни и экономике неизменно оказывают огромное влияние на развитие системы образования в целом и на выбор образовательной стратегии для каждого россиянина. Ежегодно происходит дополнение и переработка образовательных программ, усложняется процесс обучения, появляются новые цифровые инструменты, обязательным становится постоянное обучение и саморазвитие. Трансформация образования, прежде всего, направлена на решение проблемы дефицита кадров, на подготовку необходимого количества профессионалов способных в новых условиях решать стратегические задачи успешного развития государства. Вузы являются опорой для научного, инновационного и технологического развития государства.

Обеспечить эффективную подготовку медицинских кадров становится все сложнее, так как медицина будущего, это высокотехнологическая медицина. Уже сейчас в здравоохранении используются технологии, ориентированные на искусственный интеллект, персонализированное медицинское обслуживание с учётом генетической информации, виртуальные больницы, телемедицина, операции с использованием камер виртуальной реальности, биосовместимые материалы, кибернетические конечности, микрочипы в качестве моделей клеток и органов, мобильные медицинские устройства, фиксирующие и передающие жизненно важные показатели пациента и многое другое. В этих условиях наиболее востребованы те выпускники медицинских вузов, которые не только обладают специальными знаниями, набором необходимых теоретических знаний и профессиональных навыков, но и умеют мотивировать себя на получение, обработку и применение новых знаний, способны критически оценивать полученную информацию, адаптироваться к требованиям конкретной деятельности, имеют устойчивое позитивное отношение к профессии.

Подготовка таких специалистов, знающих универсальные технологии саморазвития и самообразования, является наиболее сложной задачей, которую невозможно решить включением в стандарты высшего образования нового перечня компетенций. Необходимо проводить работу по составлению методических указаний преподавателям по организации учебного процесса с учетом требований времени в рамках преподаваемой дисциплины.

Создание рекомендаций к отбору и применению методов обучения, дидактических средств, ресурсов и стратегий общения в процессе профессиональной подготовки студентов медиков на занятиях по физике должно проводиться с учётом особенностей обучающихся, обладающих различным уровнем базовых знаний, разным уровнем развития интеллекта, способностей к обучению, имеющих различные индивидуально-психологические характеристики.

Самым важным фактором, влияющим на эффективность учебного процесса, на повышение результативности образовательной деятельности на всех этапах приобретения профессионального знания является мотивация студентов к обучению. Успешность в какой-либо деятельности, в том числе учебной, определяется развитостью мотивации, ее достаточной силой и устойчивостью [1]. Многим первокурсникам медицинского университета не понятно зачем им изучать физику, как она им пригодится в их будущей профессии. Недостаточно мотивированный студент, у которого отсутствует интерес к учебному процессу, неспособен в полной мере развить свой интеллектуальный и исследовательский потенциал, сформировать систему профессионально важных качеств необходимых для профессионального становления личности. Формирование личности, согласно теории деятельности А. Н. Леонтьева, происходит в движении системы

деятельности субъекта, в процессе которой происходит образование иерархических связей мотивов и их трансформация [2]. Таким образом, деятельность, направленная на достижение каких-либо целей, побуждается целым комплексом мотивов, который называют мотивация. «Мотивы, однако, не отделены от сознания. Даже когда мотивы не сознаются, т.е. когда человек не отдает себе отчета в том, что побуждает его совершать те или иные действия, они все же находят свое психическое отражение, но в особой форме – в форме эмоциональной окраски действий» [2]. Любой мотив деятельности всегда эмоциональный – стремление к успеху, связь эмоциональной сферы с мотивацией очевидна. Эмоционально окрашенная информация запоминается быстрее и прочнее, по сравнению с безразличной информацией, доказано существование эмоциональной памяти у человека и эмоциональной антиципации. Сделать обучение на занятиях по физике практикоориентированным, разработать и подобрать эмоционально окрашенный наглядный материал, развивающий интерес к будущей профессии, показать фундаментальность физических законов в различных областях медицины, переработать сложные для понимания абстрактные понятия в доступные для восприятия и осознания объекты, необходимые для изучения специализированных медицинских дисциплин является задачами сегодняшнего обучения физике в медицинском университете. Такие дидактические материалы как, модель клеточной мембраны при формировании понятий о биоэлектрических потенциалах, наглядная картина проводящей системы сердца при рассмотрении электрокардиографии, увеличенные фрагменты кровеносных сосудов при изучении гемодинамики и артериального давления, иллюстрация внутренних стенок альвеол покрытых сурфактантом при фиксировании давления Лапласа, не только формируют познавательные мотивы, но и способствуют интеграции полученных знаний с будущей профессиональной деятельностью в области медицины.

Анализируя проблемы современного высшего медицинского образования, мы пришли к выводу, что многие трудности, возникающие в процессе обучения студентов-медиков, связаны с недостаточным развитием эмоционального интеллекта студентов и отсутствием у них развитых навыков эмоционального межличностного взаимодействия. Новые цифровые технологии обеспечивают быстрый и легкий доступ к любой информации, к всевозможным видам развлечений, дают возможность неограниченного пространственными рамками виртуального общения. Постоянное погружение в пространство виртуальной реальности, замена реального общения на сетевое взаимодействие, в котором отсутствуют невербальные сигналы и телесные контакты, приводит к изменению эмоциональной сферы молодых людей, они все менее способны к независимому мышлению, критическому анализу, к продуктивному межличностному общению в реальном мире. Виртуальное общение снижает уровень эмпатии, поскольку усложняет понимание чужих эмоций, тормозит развитие саморегуляции, мешает развитию способности устанавливать контакты, решать конфликты. Некоторые исследователи полагают, что «... лица с высокой эмпатией, не ориентированы ни на какой вид виртуальной активности. Вероятно, именно для таких лиц необходимо непосредственное взаимодействие с людьми к какой бы области эта коммуникация не относилась. Только таким образом они могут проявлять свои эмпатийные способности, что в сети осуществить невозможно» [3]. Для специалиста в области медицины наличие эмпатии является необходимым профессионально-значимым качеством, эмпатия является важным фактором успешного профессионального взаимодействия с пациентами, от которого зависит эффективность коммуникации, а значит точность диагностики и результат лечения. Поэтому одной из задач на занятиях по физике является создание системного подхода к развитию эмпатии студентов-медиков. Такие формы обучения как, проведение фронтальных лабораторных работ, групповые исследования при проведении физического практикума, совместное обсуждение натуральных демонстрационных

экспериментов, анализ различных наглядных пособий, формулировка обобщающих выводов при решении задач у доски, будут способствовать решению данной задачи.

Основную роль в формировании как внутренней мотивации, так и социальной мотивации играют эмоции, любая эмоция выполняет мотивационные функции. Но наиболее важную роль в стимуляции познавательной активности, по мнению психологов, играет эмоция интереса [3]. Интерес является мотивацией обеспечивающей способность человека приобретать знания, формировать навыки и умения, которые пополняют резервные фонды интеллекта. Если человек испытывает интерес к чему-либо, он испытывает воодушевление, у него появляется желание изучить объект интереса. Человек не может заниматься изучением того, что не вызывает в нем интереса. Эмоция интереса повышает способность человека к восприятию и обработке поступающей информации. Эмоция интереса заставляет в течение продолжительного времени заниматься определенным видом деятельности или выработкой определенного навыка. «Взаимосвязи между эмоцией интереса и функциями мышления и памяти настолько многообразны и тесны, что отсутствие аффективной поддержки со стороны эмоции интереса угрожает развитию интеллекта почти так же, как физическое разрушение мозговой ткани. Чтобы думать, нужно переживать, нужно быть возбужденным, постоянно получать подкрепление. Пожалуй, нет ни одного навыка, которым можно было бы овладеть без участия устойчивого интереса» [5]. Физика как наука о природе позволяет создавать различные проблемные ситуации, вызывающие интерес у будущих специалистов в области медицины. Использование различных эвристических методов для специально подобранных и созданных преподавателем физики проблемных задач будет способствовать возникновению необходимого интереса и его дальнейшего развития при их решении.

Эмоциональные переживания, неизбежно сопровождающие процесс обучения, способствуют активизации познавательной деятельности. К. Изард считает, что научение через переживание так же, если не более, важно, как усвоение фактов и теорий. Решению многих проблем формирования учебной мотивации может способствовать управляемое воздействие на эмоциональную сферу обучаемого. Интерес может быть направлен на что угодно, но наибольшую пользу приносят интеллектуальные виды созидательной деятельности. Психологи указывают на несколько факторов активирующих эмоцию интереса, прежде всего, это перемены, новизна объекта, воображение, а также, слова и представления, связанные в нашем мышлении с новизной и переменами [4]. Таким образом, все изменения в образовательном процессе необходимо проводить с учетом мотивационного аспекта в обучении, студенты, имеющие побудительные мотивы получения образования, связанные с формированием профессиональных компетенций, несомненно, будут успешны в профессиональной деятельности.

Анализ многолетнего опыта работы, теоретическое осмысление и практическая разработка вопросов профессиональной подготовки студентов медицинского вуза, позволили сделать некоторые выводы, касающиеся выбора современных форм обучения, способствующих оптимизации образовательного процесса. По нашему мнению, эффективными будут те подходы, которые направлены на повышение интереса к учебе и способны развивать не только учебно-познавательные мотивы, но социальные, эстетические и коммуникативные мотивы [6]. Привлечь внимание к дисциплине физика и к самому процессу обучения можно с помощью нетрадиционных, активных и интерактивных форм обучения. Применение нетрадиционных форм обучения дает требуемый эффект перемены и новизны, что вызывает эмоцию интереса и является мощным стимулом для получения знаний, умений и навыков. Использование метафор в обучении физике в настоящее время получает широкое распространение в медицинских вузах потому, что обеспечивает эмоциональную вовлеченность обучающихся в учебный процесс. Интерактивные методики позволяют всем студентам группы активно

участвовать в обсуждении проблем, создать обстановку эмоционального подъема, при которой способности, специальные знания, умения и навыки демонстрируются естественно и легко. Эффективными являются те формы обучения, которые предусматривают участие в соревновательной деятельности, работу в команде, поиск валидной информации, решение нестандартных задач в условиях временного ограничения, необходимость принимать самостоятельные решения, умение брать на себя ответственность, правильно оценивать себя и ситуацию. Такое обучение развивает эмоциональный интеллект, так как позволяет поддерживать высокий уровень мотивационно-эмоциональной мыслительной деятельности. Оно позволяет формировать самые разные комбинации профессиональных коммуникативных навыков, развивать критическое и креативное мышление, приобретать умения анализировать и синтезировать информацию.

Современные преподаватели вузов активно учатся взаимодействовать с искусственным интеллектом. Применение технологии искусственного интеллекта является наиболее актуальным в современном образовании, не только для создания обучающего контента с учётом меняющейся ситуации, но и для индивидуализации обучения студентов, с применением ассистентов. Искусственный интеллект применяется для создания индивидуальных заданий для учащихся с учётом их уровня подготовки и познавательной активности. Цифровые инструменты становятся незаменимы в подборе траектории обучения студентов и повышения объективности в оценивании уровня знаний и умений обучающегося [7].

Важно максимально привлекать студентов к научно-исследовательской и проектной деятельности, в процессе которой будущие специалисты в области здравоохранения не только знакомятся с научными методами сбора и анализа данных, но и узнают об актуальных направлениях развития современной медицинской науки и практического здравоохранения, что повышает интерес к выбранной профессии [8]. Привлечение студентов к выполнению и защите научных проектов, с учётом их интересов и способностей стимулирует развитие их учебной мотивации. Организация дискуссий, мини-конференций и пр., способствует формированию навыков научно-исследовательской деятельности, но и развитию коммуникативных компетенций и навыков самостоятельной работы.

Специалисты отмечают, что для формирования практических навыков наиболее эффективны технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности, которые позволяют создавать разнообразные симуляторы. Эти технологии в медицинском образовании можно успешно применять для создания виртуальной ситуационной модели клинического случая или использовать смоделированные в виртуальной среде модели для изучения физики. Визуализация поможет получить представление о сложных процессах при изучении клинических дисциплин, понять, как протекают реальные физические процессы. Особую роль играет создание иммерсивного учебного опыта, когда студент получает возможность в виртуальной среде взаимодействовать с объектами и ситуациями, с которыми в реальном мире он взаимодействовать не может. К преимуществам иммерсивного обучения относят то, что используемые в нем «реальные сценарии или симуляции способствуют формированию практических знаний и умений относительно изучаемого предмета в безопасной/безаварийной среде, что важно и для обучающихся, и для преподавателей. При этом, - благодаря встроенному механизму обратной связи, обучающийся может повторять выполнение заданий, пока не достигнет требуемого результата. Иммерсивное обучение базируется на возможностях технологий смешанной, дополненной и виртуальной реальности, которые являются системными принадлежностями четвертой промышленной революции. При этом нельзя недооценивать вклад в иммерсивное обучение таких традиционных средств обучения или модальностей, как видео, аудио, анимация, интерактивные задания, ролевые игры, геймификация [9].

В заключении отметим, что мотивация является одним из важнейших факторов, влияющим на эффективность учебного процесса. Мотивация всегда имеет эмоциональную окраску, интерес побуждает человека к восприятию различной информации, эмоциональные переживания способствуют активизации познавательной деятельности. Она способствует развитию интеллектуальных и исследовательских умений выпускников медицинского вуза. Наиболее эффективные подходы в обучении физике направлены на развитие не только учебно-познавательных мотивов, но и социальных, эстетических и коммуникативных, необходимых выпускникам медицинского вуза в будущей профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Гнездилова Л. Б., Гнездилов М. А. Учебная мотивация как основа эффективного образовательного процесса в вузе // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2017. №2 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchebnaya-motivatsiya-kak-osnova-effektivnogo-obrazovatel'nogo-protsessa-v-vuze> (дата обращения: 23.01.2025).
2. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 304 с.
3. Козлова Н. С., Комарова Е. Н. Эмоциональный интеллект и вовлеченность личности в интернет-среду // МНИЖ. 2015. №7-4 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/emotsionalnyy-intellekt-i-vovlechennost-lichnosti-v-internet-sredu> (дата обращения: 05.02.2025).
4. Изард К. Э. Психология эмоций / Пер. с англ. СПб., : Изд-во «Питер», 1999. - 464 с.
5. Tomkins S. S. Affect, imagery, consciousness. Vol. 1. The positive affects. - New York, Springer, 1962.
6. Мельников В. Е. Мотивация к обучению студентов в вузе как психолого-педагогическая проблема // Вестник НовГУ. 2016. №5 (96). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/motivatsiya-k-obucheniyu-studentov-v-vuze-kak-psihologo-pedagogicheskaya-problema> (дата обращения: 23.01.2025)
7. Ельцов А. В., Ельцова Л. Ф. О реализации некоторых дидактических принципов обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. 2021. Т. 9, № 3 (34). С. 249–257. Доступно по: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=492>. Ссылка активна на 24.01.25. doi: 10.23888/humJ20213249-257
8. Ельцова Л. Ф., Ельцов А. В. О реализации принципа интеграции в организации обучения в медицинском вузе ([Электронный ресурс] / Л. Ф. Ельцова, А. В. Ельцов // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие: сетевой журн. 2019. Т. 7. № 1 (24). Режим доступа: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=361> (дата обращения: 24.01.2025).
9. Муравьева А. А., Олейникова О. Н. Иммерсивное обучение - технология будущего или временное увлечение? // КПЖ. 2023. №1 (156). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnoe-obuchenie-tehnologiya-buduschego-ili-vremennoe-uvlechenie> (дата обращения: 24.01.2024). Мацкевич Е. Э., Широкогорова Т. Г. Эмпатия как необходимый клинический навык врача // АНИ: педагогика и психология. 2022. №2 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/empatiya-kak-neobhodimyy-klinicheskiy-navyk-vracha> (дата обращения: 23.01.2025).

References

1. Gnezdilova L. B., Gnezdilov M. A. Educational motivation as the basis of an effective educational process in higher education // Bulletin of Kemerovo State University. Series: Humanities and Social Sciences. 2017. No. 2 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchebnaya-motivatsiya-kak-osnova-effektivnogo-obrazovatel'nogo-protsessa-v-vuze> (date of reference: 01/23/2025).
2. Leontiev A. N. Activity. Conscience. Personality. M.: Politizdat, 1975. 304 p.
3. Kozlova N. S., Komarova E. N. Emotional intelligence and personal involvement in the Internet environment. 2015. No.7-4 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/emotsionalnyy-intellekt-i-vovlechennost-lichnosti-v-internet-sredu> (date of reference: 02/05/2025).
4. Izard K. E. Psychology of emotions / Translated from English St. Petersburg, Publishing house "Peter", 1999. - 464 p.
5. Tomkins S. S. Affect, imagery, consciousness. Vol. 1. The positive affects. - New York, Springer, 1962.
6. Melnikov V. E. Motivation to teach students at university as a psychological and pedagogical problem // Bulletin of NovSU. 2016. No. 5 (96). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/motivatsiya-k-obucheniyu-studentov-v-vuze-kak-psihologo-pedagogicheskaya-problema> (accessed: 01/23/2025)
7. Yeltsov A. V., Yeltsova L. F. On the implementation of some didactic principles of teaching in the electronic information and educational environment of the university // Personality in a changing world: health, adaptation, development. 2021. Vol. 9, No. 3 (34). pp. 249-257. Available by: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=492>. The link is active on 24.01.25. doi: 10.23888/humJ20213249-257

8. Yeltsova L. F., Yeltsov A. V. On the implementation of the principle of integration in the organization of education at a medical university ([Electronic resource] / L. F. Yeltsova, A. V. Yeltsov // Personality in a changing world: health, adaptation, development: network journal. 2019. Vol. 7. No. 1 (24). Access mode: <http://humjournal.rzgmu.ru/art&id=361> (date of reference: 01/24/2025).
9. Muravyeva A. A., Oleinikova O. N. Is immersive learning a technology of the future or a temporary hobby? // KPJ. 2023. No. 1 (156). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnoe-obuchenie-tehnologiya-buduschego-ili-vremennoe-uvlechenie> (date of request: 24.01.2024). Matskevich E. E., Shirokogorova T. G. Empathy as a necessary clinical skill of a doctor // ANI: pedagogy and psychology. 2022. No. 2 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/empatiya-kak-neobhodimyy-klinicheskiy-navyk-vracha> (date of request: 01/23/2025).

ФССО-2025

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ В БГМУ

Закирьянова Галия Тимергазиевна

кандидат физико-математических наук, доцент, galbaby@rambler.ru

Зелеев Марат Хасанович

кандидат физико-математических наук, доцент, zeleevmarat2011@mail.ru

Хажина Светлана Ильдаровна

кандидат физико-математических наук, доцент, usmanovasvetlana@mail.ru

Шагапов Руслан Радикович

студент, ruslansagapov1@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России, 450008 Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, 3, Кафедра медицинской физики и информатики

Аннотация

Совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков в области информационных технологий в медицине и использование симуляционных методов является актуальным и необходимым для современных специалистов здравоохранения, и направлено на эффективное использование новейших технологий в своей работе и повышении качества медицинской помощи. Использование методов анализа данных и искусственного интеллекта в образовании становится все более актуальным и важным, особенно в медицинском образовании. Башкирский государственный медицинский университет (БГМУ) не остается в стороне от этого тренда и активно внедряет современные информационные технологии в образовательный процесс.

Ключевые слова

Фосфатидилхолин, 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорид, молекулярный докинг, информационные технологии, искусственный интеллект.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AND DATA ANALYSIS METHODS FOR TEACHING STUDENTS AT THE DEPARTMENT OF MEDICAL PHYSICS AT BSMU

Zakiryanova Galiya T.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
galbaby@rambler.ru

Zelev Marat K.

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor,
zeleevmarat2011@mail.ru

Khazhina Svetlana I.

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor,
usmanovasvetlana@mail.ru

Shagapov Ruslan R.

student, ruslansagapov1@gmail.com

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 450008 Bashkortostan, Ufa, Lenin St., 3, Department of Medical Physics and Computer Science

Abstract

The set of acquired knowledge, skills in the field of information technology in medicine and the use of simulation methods is relevant and necessary for modern healthcare professionals, and is aimed at the effective use of the latest technologies in their work and improving the quality of medical care. The use of data analysis and artificial intelligence methods in education is becoming increasingly relevant and important, especially in medical education. Bashkir State Medical University (BSMU) does not stay away from this trend and actively implements modern information technologies in the educational process.

Keywords

Phosphatidylcholine, 3-(cyclohexylaminomethyl)thiazolo[3,2-a]benzimidazole hydrochloride, molecular docking, information technology, artificial intelligence.

Медицинская информация отличается от любой другой информации своей специфичностью, конфиденциальностью, чувствительностью, важностью и сложностью, что делает ее особенно важной и требующей особого подхода при обработке. Использование программных средств, таких как Loginom, Orange и Jupyter Notebook и языков программирования Python и R-программирование на кафедре медицинской физики и информатики для обучения специалистов по функциональной диагностике, провизоров и биологов является отличным примером интеграции современных технологий в образовательный процесс [1-3].

С помощью Loginom студенты изучают и анализируют различные физические и биологические процессы, обучаются возможностям основных команд, обработке и представлению результатов в виде графиков, интерпретируют и оценивают их. Orange используется для работы с большими объемами информации, создания моделей машинного обучения, классификации данных и применяется для диагностики заболеваний, анализа медицинских изображений, прогнозирования результатов лечения и других задач. Jupyter Notebook – это интерактивная среда разработки, которая ускоряет процесс поиска, автоматизирует его и визуализирует данные, в отличие от привычных инструментов поиска, а также создавать отчеты и документацию. Изучение алгоритмов обработки данных с помощью Jupyter Notebook помогает студентам написать и запускать программы на языках программирования Python, R, а также создавать интерактивные графики.

Для того, чтобы подготовить обучающихся к принятию решения в реальных клинических ситуациях на занятиях используется обширная база научной библиотеки БГМУ с доступом к данным клинических случаев: Nucleus Medical Art Library (NMAL), The Cochrane Library, JAYPEE DIGITAL.

Также важность применения методов анализа данных обусловлена задачами, решаемыми студентами на дисциплине «Физические основы визуализации медицинских изображений», которая была разработана на кафедре и преподаётся с 2015 года. Разработаны методики последовательного приобретения навыков работы в программировании, базах данных и интегрировании их при решении задач, а именно, для получения результатов обработки на симуляционных аппаратах КТ и МРТ [2, 5].

Использование таких программных средств позволяет студентам приобретать практические навыки работы с данными, анализа информации, моделирования процессов и принятия решений на основе данных [6].

Компьютерное молекулярное моделирование играет важную роль в современных исследованиях. С помощью компьютерного моделирования можно более точно изучить поведение биоактивной молекулы по отношению к биологической мишени организма. Компьютерное моделирование многократно сокращает количество экспериментальных исследований [4].

Таким образом, позволяя изучать структуру и свойства молекул с высокой точностью, компьютерное молекулярное моделирование является важным инструментом в современных научных исследованиях. В настоящее время, целью численных экспериментов, проводимых с помощью методов компьютерного моделирования, является создание лекарственных препаратов с заранее заданными свойствами, а также изучение биологической активности и других параметров препаратов для направленного синтеза новых биологически активных противоопухолевых препаратов, в частности, 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида. В работе проведено численное моделирование возможности комплексообразования с одним из важных составляющих клеточной мембраны – фосфатидилхолином. Установлено, что комплекс образуется между π -системой электронов 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида с атомом азота холиновой группы фосфатидилхолина. Данная методика широко используется при проведении лабораторных работ в курсе физики для студентов 2 курса фармацевтического факультета.

В рамках данной работы была проведена попытка использования компьютерного молекулярного моделирования и симуляция для выявления комплексообразования между 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлоридом и фосфатидилхолином в процессе взаимодействия. Для проведения модельного эксперимента химическая структура 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида была получена с использованием сайта RCSB-PDB: Chemical Sketch Tool. Молекулярная структура фосфатидилхолина была получена из кристаллической структуры с сайта PubChem (CID: 5287971). Данные обработаны с помощью программного обеспечения Open Babel GUI.

Для расчета минимизации энергии использовалась программа молекулярной динамики Python версии 2.5.2. Для автоматического расчета молекулярного докинга использовалась программа AutoGrid 4.2.6. Карты аффинности (сетки) с шагом $126 \text{ \AA} \times 126 \text{ \AA} \times 126 \text{ \AA}$ и расстоянием $0,908 \text{ \AA}$ для фосфатидилхолина были созданы с помощью программы Autogrid.

Молекулярный докинг и имитационные исследования определили возможные места взаимодействия между фосфатидилхолином и 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлоридом.

На рисунке 1 представлены модели связывания 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида, где взаимодействие происходит между метиленовой группой макромолекулы фосфатидилхолина и аминогруппой 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида.

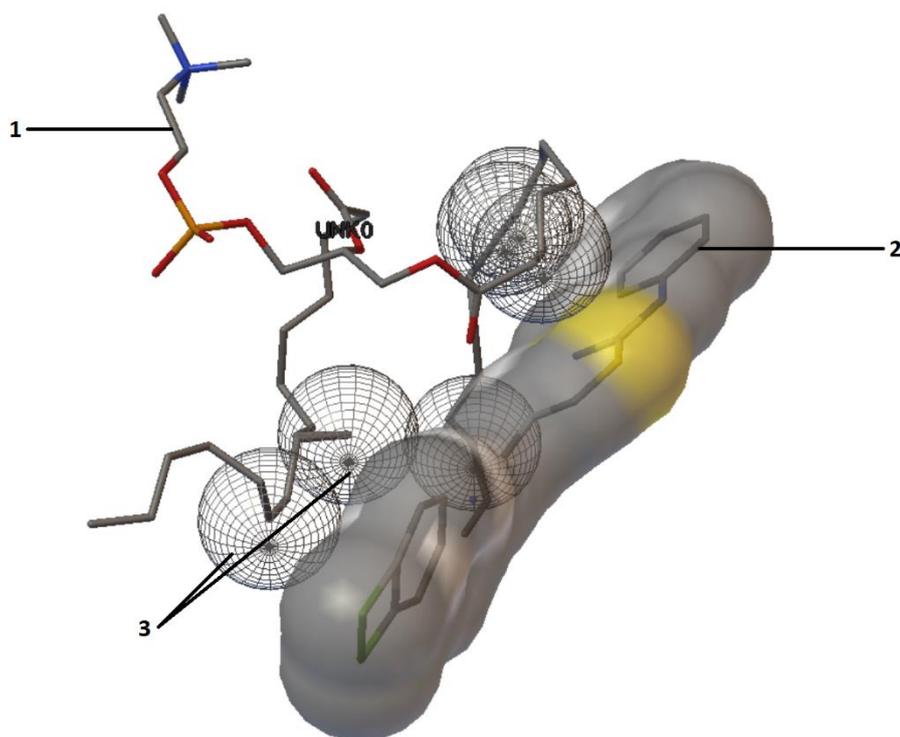


Рисунок 1 — Молекулярные паттерны 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида и фосфатидилхолина
 Обозначения: 1- фосфатидилхолин; 2- 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорид; 3- электронные облака

Энергию комплексообразования при докинге фосфатидилхолина и 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорида — 3,04 ккал/моль, из 10 возможных оптимальных положений комплекса.

Результаты расчетов показывают, что процесс комплексообразования сопровождается изменением пространственной структуры фосфатидилхолина таким образом, что неполярные «хвосты» фосфатидилхолина удаляются друг относительно друга, что ведет к повышению барьерной функции мембран для молекул возможных вызывать патологические изменения в клетке.

Исследования, проведенные методом молекулярного докинга, подтверждают, что 3-(циклогексиламинометил)тиазоло[3,2-а]бензимидазола гидрохлорид способен образовывать комплекс с фосфатидилхолином путем слабых межмолекулярных электростатических взаимодействий.

Список литературы

1. Черняев А. П. Физические методы визуализации в медицинской диагностике / Волков Д. В., Лыкова Е. Н. ; учеб. пособие — М.: ООП физического факультета МГУ, 2019.— 113 с.
2. Физические основы визуализации медицинских изображений: учебное пособие / сост.: С. И. Хажина, В. В. Войтик, А. А. Кудрейко, М. Х. Зелеев, З. Д. Юсупова - Уфа: Издательство ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2021. – 127 с.
3. Горшков М. Д. Симуляционное обучение в медицине / Под редакцией профессора Свистунова А. А. – Москва.: Издательство Первого МГМУ им. И. М. Сеченова, 2013 – 288 с.
4. Пространственное компьютерное моделирование и визуализация внутренних органов в медицине / М. Х. Зелеев, Г. Т. Закирьянова, В. М. Дианов, Л. Ф. Закирьянова // X Международная научно-практическая конференция: Запись и воспроизведение объемных изображений в кинематографе и других областях. Москва: изд-во ВГИК, 2019,- с.490-498.

5. Симуляционные технологии в преподавании физических методов визуализации в медицине / Г. Т. Закирьянова, М. Х. Зелеев, С. И. Хажина, Р. И. Галеева // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) - СС. 190-196.
6. Закирьянова Г. Т. Опыт применения инновационных технологий при преподавании физических методов визуализации в ВУЗе / Г. Т. Закирьянова, М. Х. Зелеев // Российский вестник перинатологии и педиатрии - 2022 - № 67:(4) - С. 322.

References

1. Chernyaev A. P. Physical imaging methods in medical diagnostics / Volkov D. V., Lykova E. N.; studies. the manual — М.: PLO of the Faculty of Physics of Moscow State University, 2019.— 113 p.
2. Physical foundations of medical image visualization: a textbook / comp.: S. I. Khazhina, V. V. Votik, A. A. Kudreiko, M. H. Zeleev, Z. D. Yusupova - Ufa: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Medical Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. 127 p.
3. Gorshkov M. D. Simulation training in medicine / Edited by Professor A. A. Svistunov— Moscow: Publishing House of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, 2013 – 288 p.
4. Spatial computer modeling and visualization of internal organs in medicine / M. H. Zeleev, G. T. Zakiryanova, V. M. Dianov, L. F. Zakiryanova // X International Scientific and Practical Conference: Recording and reproduction of three-dimensional images in cinematography and other fields. Moscow: VGIK Publishing House, 2019, pp.490-498.
5. Simulation technologies in teaching physical imaging methods in medicine / G. T. Zakiryanova, M. H. Zeleev, S. I. Khazhina, R. I. Galeeva // Physics in the system of modern education (FSSO-2023) - PP. 190-196.
6. Zakiryanova G. T., Zeleev M. H. The experience of using innovative technologies in teaching physical visualization methods in higher education institutions // Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics - 2022 - № 67:(4) - P. 322.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ РОССИЙСКИХ И ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ МЕДВУЗА В ОЧНОМ И ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТАХ

Коврижных Денис Викторович

кандидат педагогических наук, доцент, kov_denis@list.ru

Волгоградский государственный медицинский университет, 400131, Российская Федерация, Волгоград, Пл. Павших Борцов, д. 1

Аннотация

В статье представлена оценка результатов обучения физике российских и иностранных студентов в дистанционном и очном форматах обучения. Сравнение проводилось по результатам тестирования обучающихся первого курса Волгоградского государственного медицинского университета, изучавших физику как в период вынужденного внедрения дистанционных форм обучения во время пандемии COVID-19, так в очном формате обучения, после снятия ранее введенных ограничений. Полученные данные представляют интерес в свете обсуждения вопросов сохранения элементов онлайн-обучения российских и иностранных студентов в медицинских вузах России. Представленные результаты позволяют сделать выводы об эффективности использования дистанционных образовательных технологий в медицинских вузах, а также целесообразность сохранения подобных образовательных форм при обучении иностранных студентов как на русском языке, так и с применением языка-посредника. Кроме того, представлены некоторые результаты проведенного по данной тематике опроса среди преподавателей ВолгГМУ.

Ключевые слова

Обучение физике в медицинском вузе, обучение иностранных студентов, онлайн обучение физике, обучение физике иностранных студентов, эффективность онлайн обучения физике.

EVALUATION OF THE RESULTS OF TEACHING PHYSICS TO RUSSIAN AND INTERNATIONAL MEDICAL STUDENTS IN FULL-TIME AND DISTANT FORMATS OF EDUCATION

Kovrizhnykh Denis V.

PhD, pedagogical sciences, assistant professor, kov_denis@list.ru

Volgograd State Medical University, 400131, Russian Federation, Volgograd, Pavshikh Bortsov Sq., 1

Abstract

The article presents an assessment of the results of teaching physics to Russian and international students in distant and full-time education formats. The comparison is based on the results of testing of first-year students of Volgograd State Medical University who studied physics both during the emergent implementation of distant teaching and learning during the COVID-19 pandemic, and during full-time education, after restrictions were cancelled. The data obtained are of interest for the discussion of the preservation of elements of online education for Russian and international students in medical universities in Russia. The presented results allow us to draw conclusions about the effectiveness of the implementation of distant teaching and learning technologies in higher medical education, as well as the expediency of maintaining such educational forms when teaching

international students. Besides, some results of a survey conducted on this topic among VolgSMU teachers are presented.

Keywords

Teaching physics at a medical university, teaching international students, online physics education, teaching physics to international students, the effectiveness of online physics education.

Все всякого сомнения, физика в современном медицинском вузе должна занимать важное место, так как уже давно невозможно представить медицину без термометра и фонендоскопа, тонометра и электрокардиографа, дефибриллятора и кардиостимулятора, аппарата ИВЛ, томографа и т.д. Физика не только формирует научное мировоззрение и развивает физическое мышление, но и дает необходимые знания для изучения специальных дисциплин [1, 4]. Роль современного курса физики в медвузе осложняется не только снижением уровня базовых знаний по физике у поступающих в медицинские вузы выпускников российских школ, но и сокращением часов на изучение этой дисциплины во многих высших медицинских учебных учреждениях нашей страны. Другим аспектом, осложняющим преподавание и изучение медицинской и биологической физики, является наличие большого количества межпредметных и внутрипредметных связей, а также потребность в профессиональной направленности подготовки будущих врачей [4]. Потенциал физики в свете лишь иллюстрации спектра применения её в практическом здравоохранении настолько велик, что настоящая его реализация в учебном курсе выглядит более чем скромно. Таким образом, текущее состояние теории и практики обучения физике в медицинском вузе обусловлено наличием ряда противоречий, среди которых можно отметить фундаментальность физики как науки и потребность в практико-ориентированном обучении в медвузах, потребность в хорошей базовой подготовке первокурсников по физике и реальный уровень знаний, умений и навыков по указанной учебной дисциплине, потребность в подготовке и переподготовке преподавателей физики.

При этом не стоит забывать о таком достаточно важном феномене, как обучение иностранных граждан в медицинских вузах России, которой чаще всего осуществляется на русском языке или с применением языка-посредника (в преобладающем большинстве случаев в этой роли выступает английский язык). Неродной для зарубежных студентов язык обучения создает дополнительные сложности в изучении и без того непростой учебной дисциплины [7], к которым добавляются различные по содержанию базовые программы в национальных школах тех стран, откуда на обучение прибывают абитуриенты. В России, как и во всем мире, содержание обучения российских и иностранных студентов не отличается [11], а наличие языковой составляющей не отражается ни в программах [10], ни в большинстве учебных пособий. При этом успешность обучения физике на неродном для обучаемых языке находится в руках преподавателя [8].

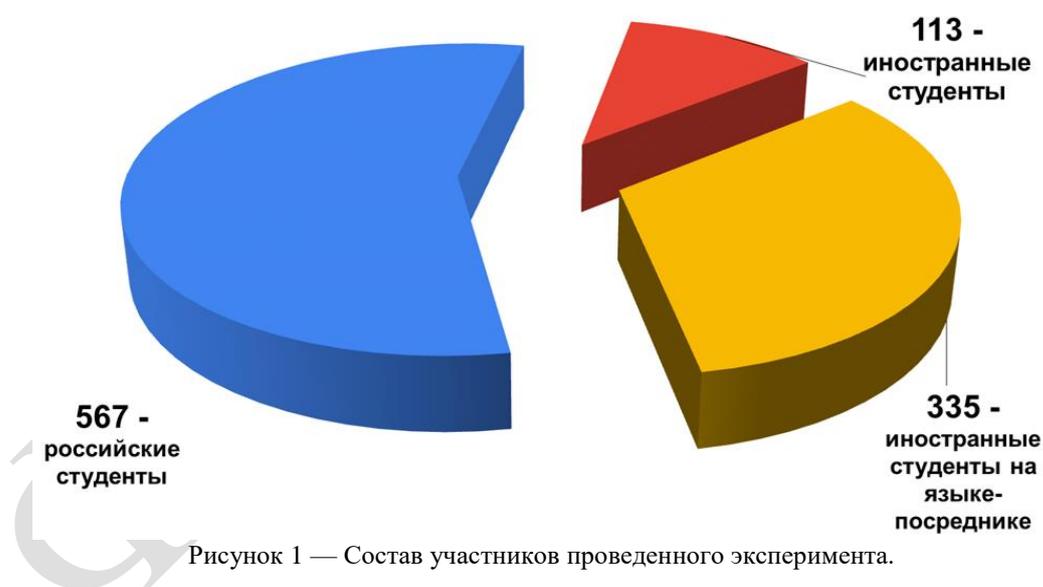
Традиционным и до недавнего времени неоспоримым для высшего медицинского образования являлся очный формат обучения как российских, так и иностранных студентов. Тем не менее, в период пандемии Covid-19 все вузы, включая медицинские, были вынуждены внедрить дистанционные формы и технологии обучения, что, несомненно, создало дополнительные трудности как для преподавателя, так и для студентов, в том числе иностранных. Не касаясь технической специфики обеспечения дистанционного образования, необходимо отметить опосредованность общения студента и преподавателя техническими средствами [3], что осложняло восприятие обучаемыми изложенного преподавателем учебного материала и объективность оценки его усвоения [5], что кратно усиливалось при обучении иностранных студентов. Вопрос

отработки практических навыков в период онлайн обучения наиболее больно затронул дисциплины кафедр клинического блока медицинских вузов, но и для преподавания физики данный аспект чрезвычайно важен. Говоря об обучении иностранных студентов, отметим, что для представителей некоторых народов преподаватель является источником знаний [6], в то время как в дистанционном формате обучения фигура преподавателя становится менее значимой [3], что может дезориентировать не только неподготовленного к онлайн обучению иностранного студента.

После выхода из вынужденного дистанта периодически стал возникать вопрос о сохранении элементов онлайн обучения в медицинском образовании. С учетом того, что одной из «модных» тенденций является унификация высшего образования, одним из проявлений которой является попытка совместного обучения российских и зарубежных студентов на одних потоках и в одних учебных группах, необходимо знать, насколько одинаково эффективно очное и онлайн образование на родном и неродном языках на примере обучения физике российских и зарубежных студентов медвуза на русском и английском языках. При этом отдельным исследовательским вопросом, выходящим за рамки данной работы, является то, насколько применимы полученные данные в отношении других учебных дисциплин.

Таким образом, целью данного исследования является сравнение эффективности обучения физике российских и иностранных студентов медвуза в условиях дистанционного обучения и в очном формате, а также сравнение результатов обучения зарубежных граждан на русском и английском языках.

Состав экспериментальной группы



При обучении физике в Волгоградском государственном медицинском университете в период пандемии новой коронавирусной инфекции было внедрено тестирование российских и зарубежных обучающихся в онлайн формате на русском языке, а также на английском языке иностранных студентов, обучающихся с применением языка-посредника. Тесты закрытого включают вопросы по всем основным разделам и темам дисциплины. Подобный метод оценки результатов обучения физики не является исчерпывающим, но представляет достаточно объективную информацию, так как проведенное в ПетрГУ исследование показало, что у иностранных студентов результаты тестирования коррелируют с оценками по физике [6]. Данное же исследование основывается на данных 1015 тестов студентов первого курса ВолГМУ,

проведенных в период с 2000 по 2025 г. (см. Рис. 1), 55,9 % – данные по российским студентам, 44,1 % – данные по зарубежным обучающимся (11,1 % – русскоговорящие и 33 % англоговорящие иностранные студенты).

44,3 % представленных данных получены в период онлайн обучения в связи с пандемией Covid-19, 55,7 % – в период очного обучения после снятия ранее введенных ограничительных мер. При этом 25 % и 75 % протестированных российских студентов обучались соответственно в дистанционном и очном форматах, русскоговорящих иностранных студентов – 48,7 % и 51,3 % в дистанте и очном обучении соответственно, англоговорящих зарубежных обучающихся – 75,5 % и 25,5 % соответственно. Тем не менее, объем выборки позволяет сделать вывод о репрезентативности данных.

Как отмечалось ранее [2], в целом результаты обучения физике студентов медицинских вузов оцениваются удовлетворительно, т.е. система высшего медицинского образования России оказалась готовой к вызовам, связанным с экстренным вынужденным повсеместным внедрением дистанционных форм обучения в 2020 году. Несмотря на это, отмечается наличие целого ряда разрешимых проблем, в том числе методических [5]. При этом следует отметить, что в нашем исследовании средний процент правильных ответов в тестах по всей выборке составил 80 %, среди российских студентов – 81,9 %, среди русскоязычных иностранных студентов – 70,4 % (см. Рис. 2). При этом в дистанционном формате обучения среднее значение правильных ответов по всем студентам составило 76,2 %, в очном формате – 81,5 %, что свидетельствует о большей эффективности традиционных (очных) форм обучения.

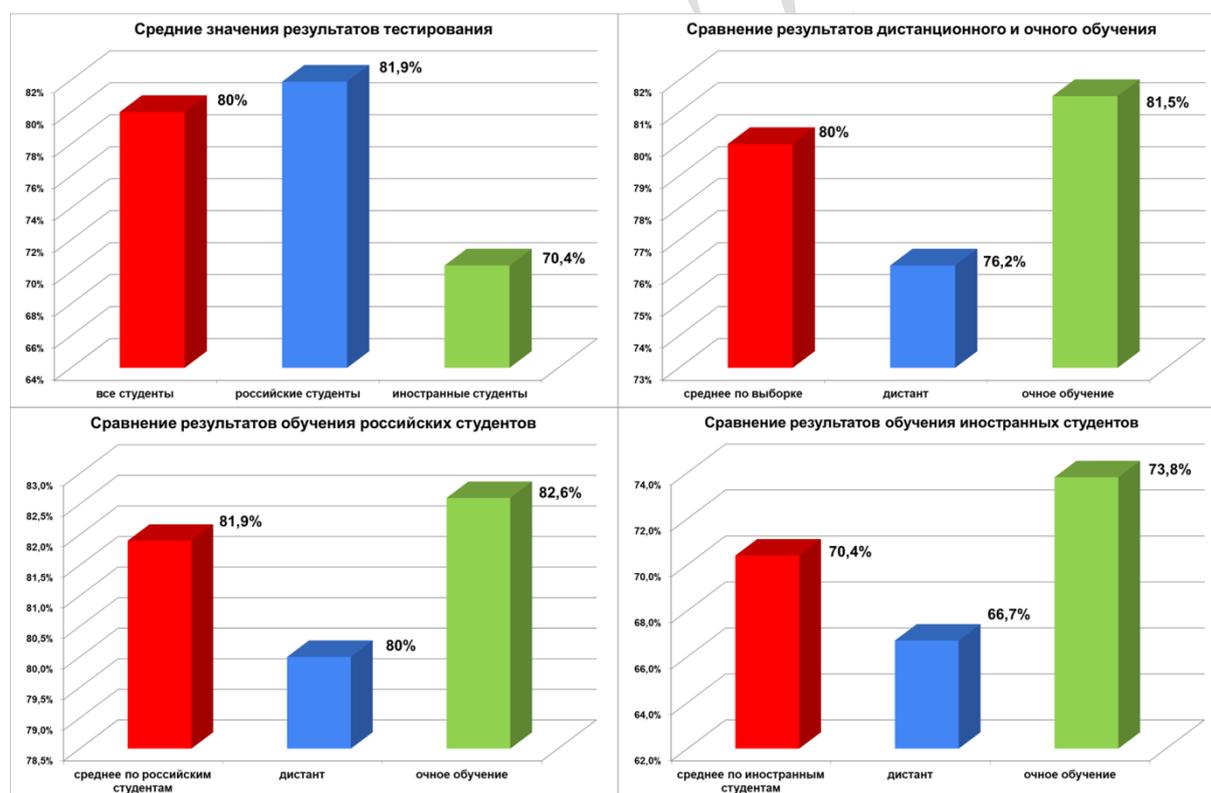


Рисунок 2 — Сравнение результатов очного и дистанционного обучения физике российских и иностранных студентов

Отдельным важным вопросом является сравнение результатов обучения физике российских и иностранных студентов отдельно. Так, у российских студентов снижение средних показателей по данным периода дистанционного обучения составило порядка 2,3 % от среднего показателя по всем российским студентам, в то время как у иностранных студентов снижение составило 5,3 % (см. Рис. 2). Другими словами, у

российских студентов прирост средних показателей по тестированию составил 3,3 % в очном формате по сравнению с данными по онлайн обучению, в то время как у иностранных студентов такой прирост составил 10,6 %. Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что студенты, обучающиеся на родном для них языке, менее чувствительны к внедрению дистанционных форм обучения. При этом у англоязычных иностранных студентов средний процент правильных ответов по физике по всей англоязычной части выборки составил 83,9 %, в период онлайн обучения 83,5 %, в очном формате 85 %. С одной стороны, представленные данные говорят о наличии заметного влияния неродного для обучаемых языка обучения на результаты обучения физике, с другой стороны, заметно более низкий уровень всех показателей у русскоязычных иностранных студентов по отношению к российским студентам не только подтверждает в некотором смысле очевидное предположение о том, что обучение на неродном языке менее эффективно, но также демонстрирует критическое снижение среднего процента правильных ответов до близкого к пороговому уровню у онлайн изучавших физику иностранных студентов. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что онлайн технологии при обучении иностранных студентов физике на русском языке должны внедряться с особой осторожностью и только в крайних случаях. Соответственно, обучение иностранного студента в одной группе с российскими студентами в случае внедрения онлайн образовательных технологий может привести к неудовлетворительному результату изучения физики.

Среди преподавателей ВолгГМУ был проведен опрос (N=212), который показал, что 82,5 % респондентов отмечают наличие у иностранных студентов языковых (коммуникативных) трудностей по сравнению с российскими студентами, 92 % преподавателей отметили более сложный характер реализации образовательных целей при обучении иностранных студентов, 94,3 % преподавателей адаптируют свою речь при общении с иностранными студентами, в том числе более низкий темп речи (69,3 %), изменение лексического состава (60,8 %), применение более простых грамматических конструкций (75,9 %) [9]. Примечательно, что 37,7 % респондентов отметили нежелательность сохранения дистанционного формата обучения как для российских, так и для иностранных студентов медвуза, в то время как 34,4 % преподавателей посчитали онлайн обучение допустимым для обеих категорий студентов, 22,2 % респондентов отметили, что дистанционное обучение нежелательно для иностранных студентов, а 14,6 % – допустимо только для российских студентов в исключительных случаях [9]. Единого мнения по этому вопросу нет и в других вузах [5]. Самым сложным при обучении иностранных студентов было названо создание индивидуальных образовательных траекторий (47,6 %; на втором месте – лингвометодическая поддержка при обучении на неродном для обучаемых языке, 44,3 %), самым перспективным – лингвометодическая поддержка студентов при обучении на неродном для обучаемых языке (46,7 %; на втором месте – технология лично ориентированного обучения, 37,3 %) [9]. Приведенные данные представляются заслуживающими внимания, так как 83 % респондентов имеют стаж работы с иностранными студентами более трех лет (49,5 % – более 10 лет).

Студенто-ориентированное обучение физике будущих врачей подразумевает учет предварительной языковой и предметной подготовки обучающегося, что должно найти отражение не только в способах представления информации на лекциях и практических занятиях по физике, но также в формах и методах обучения физике [3]. Вне всякого сомнения, электронные библиотеки и базы данных, онлайн-лекции, тесты, мультимедийные образовательные ресурсы и др. могут повысить эффективность учебного процесса, в частности, самостоятельной работы студента [1], но для обучения иностранных студентов учебные ресурсы должны разрабатываться отдельно.

Список литературы

1. Залетов А. Б. Использование современных информационных образовательных технологий при обучении физике в медицинском вузе / А. Б. Залетов, О. М. Корпусов, О. С. Гусева // Тверской медицинский журнал. – 2022. – № 4. – С. 143-144.
2. Коврижных Д. В. Сравнение результатов обучения физике в медвузе в дистанте и в очном формате / Д. В. Коврижных // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2023. – Т. 68, № S4. – С. 371-372.
3. Кягова А. А. Преподавание физики и математики в медицинских вузах в условиях дистанционного обучения / А. А. Кягова // Методология и технология непрерывного профессионального образования. – 2024. – № 1(17). – С. 61-68. – DOI 10.24075/МТСРЕ.2024.07.
4. Плащевая Е. В. Дистанционное обучение физике студентов медицинских вузов / Е. В. Плащевая, О. В. Иванчук // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8, № 6. – С. 8.
5. Поскребышева, Д. А. Проблемы дистанционного обучения физике студентов медицинских вузов в период пандемии COVID-19 / Д. А. Поскребышева // Мир науки. Педагогика и психология. – 2021. – Т. 9, № 6. – С. 16.
6. Практика использования модели ЕМІ для подготовки иностранных студентов / А. И. Назаров, А. А. Платонов, Е. И. Прохорова, Е. И. Соколова // Непрерывное образование: XXI век. – 2023. – № 1(41). – С. 14-33. – DOI 10.15393/j5.art.2023.8245..
7. An, J., & Childs, A. (2023). Teacher questions, wait time, and student output in classroom interaction in EMI science classes: An interdisciplinary view. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 13(2), 471–493. <https://doi.org/10.14746/ssl.t.38283>
8. Banegas D. L., & del Pozo Beamud, M. (2022). Preparing future teachers for CLIL: An in-depth investigation of three cases (Version 1). British Council. Available online at: <https://doi.org/10.57884/gb4b-9573>
9. D. N. Emelyanov and D. V. Kovrizhnykh, "Distant Medical Education in a Foreign Language Medium of Instruction – Teachers' View of the Past, Present and Future," 2024 4th International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE), Lipetsk, Russian Federation, 2024, pp. 437-440, doi: 10.1109/TELE62556.2024.10605629.
10. Lo, Yuen Yi & Lui, Wai-mei & Wong, Mona. (2019). Scaffolding for cognitive and linguistic challenges in CLIL science assessments. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*. 7. 293–317. 10.1075/jicb.18028.lo.
11. Urmeneta, Cristina. (2019). An Introduction to Content and Language Integrated Learning (CLIL) for Teachers and Teacher Educators. *CLIL. Journal of Innovation and Research in Plurilingual and Pluricultural Education*. 2. 7. 10.5565/rev/clil.21.

References

1. Zaletov A. B. Ispol'zovanie sovremenny`x informacionny`x obrazovatel'ny`x tekhnologij pri obuchenii fizike v medicinskom vuze / A. B. Zaletov, O. M. Korpusov, O. S. Guseva // Tverskoj medicinskij zhurnal. – 2022. – № 4. – S. 143-144.
2. Kovrizhnykh D. V. Sravnenie rezul'tatov obucheniya fizike v medvuze v distante i v ochnom formate / D. V. Kovrizhny`x // Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii. – 2023. – T. 68, № S4. – S. 371-372.
3. Kyagova A. A. Prepodavanie fiziki i matematiki v medicinskih vuzax v usloviyax distancionnogo obucheniya / A. A. Kyagova // Metodologiya i tekhnologiya neprery`vnogo professional'nogo obrazovaniya. – 2024. – № 1(17). – S. 61-68. – DOI 10.24075/МТСРЕ.2024.07.
4. Plashhevaya E. V. Distancionnoe obuchenie fizike studentov medicinskih vuzov / E. V. Plashhevaya, O. V. Ivanchuk // Mir nauki. Pedagogika i psixologiya. – 2020. – Т. 8, № 6. – S. 8.
5. Poskreby`sheva D. A. Problemy` distancionnogo obucheniya fizike studentov medicinskih vuzov v period pandemii COVID-19 / D. A. Poskreby`sheva // Mir nauki. Pedagogika i psixologiya. – 2021. – Т. 9, № 6. – S. 16.
6. Praktika ispol'zovaniya modeli EMI dlya podgotovki inostranny`x studentov / A. I. Nazarov, A. A. Platonov, E. I. Proxorova, E. I. Sokolova // Neprery`vnoe obrazovanie: XXI vek. – 2023. – № 1(41). – S. 14-33. – DOI 10.15393/j5.art.2023.8245.
7. An, J., & Childs, A. (2023). Teacher questions, wait time, and student output in classroom interaction in EMI science classes: An interdisciplinary view. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 13(2), 471–493. <https://doi.org/10.14746/ssl.t.38283>
8. Banegas D. L., & del Pozo Beamud, M. (2022). Preparing future teachers for CLIL: An in-depth investigation of three cases (Version 1). British Council. Available online at: <https://doi.org/10.57884/gb4b-9573>
9. D. N. Emelyanov and D. V. Kovrizhnykh, "Distant Medical Education in a Foreign Language Medium of Instruction – Teachers' View of the Past, Present and Future," 2024 4th International Conference on

Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE), Lipetsk, Russian Federation, 2024, pp. 437-440, doi: 10.1109/TELE62556.2024.10605629.

10. Lo, Yuen Yi & Lui, Wai-mei & Wong, Mona. (2019). Scaffolding for cognitive and linguistic challenges in CLIL science assessments. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*. 7. 293–317. 10.1075/jicb.18028.lo.
11. Urmeneta, Cristina. (2019). An Introduction to Content and Language Integrated Learning (CLIL) for Teachers and Teacher Educators. *CLIL. Journal of Innovation and Research in Plurilingual and Pluricultural Education*. 2. 7. 10.5565/rev/clil.21.

ΦCCCO-2025

ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ ПО ФИЗИКЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ МОСКВЫ

Королев Максим Юрьевич^{1,2}

доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук,
заведующий кафедрой, профессор, myu.korolev@mpgu.su

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», Россия, 119991, ЦФО, Москва, улица Малая Пироговская, дом 1, стр. 1

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения», Россия, 105005, ЦФО, Москва, ул. Радио, д. 10А, стр. 2

Аннотация

В статье анализируется астрономическая подготовка студентов в педагогических университетах Москвы. Кратко описывается реформа образования, которая осуществляется в настоящее время. Отмечается роль астрономии в формировании естественнонаучной картины мира и развитии научного мировоззрения у студентов. Подробно рассматривается ситуация с преподаванием астрономических дисциплин в бакалавриате и магистратуре в Московском педагогическом государственном университете на протяжении последних десяти лет. Описываются разработанные астрономические программы, дисциплины и формы работы. Кратко характеризуются образовательные программы Государственного университета просвещения и Московского городского педагогического университета с точки зрения астрономической подготовки студентов.

Ключевые слова

Образование, астрономия, астрономическая подготовка студентов, бакалавриат, магистратура, педагогические университеты, образовательные программы.

ABOUT THE ASTRONOMICAL TRAINING OF STUDENTS AT EDUCATIONAL PROGRAMS IN PHYSICS AT THE PEDAGOGICAL UNIVERSITIES OF MOSCOW

Korolev Maxim Yu.^{1,2}

DrSci (Pedagogy), PhD (Physics and Mathematics),
the head of the department, Professor, myu.korolev@mpgu.su

¹ Moscow Pedagogical State University, 119991, Russian Federation, Moscow, Malaya Pirogovskaya str., 1, bld. 1

² Federal State University of Education, 105005, Moscow, Radio str., 10A, bld. 2

Abstract

The article analyzes the astronomical training of students at pedagogical universities in Moscow. The education reform that is currently underway is briefly described. The role of astronomy in the formation of a natural science picture of the world and the development of a scientific worldview among students is noted. The situation with the teaching of astronomical disciplines in undergraduate and graduate studies at Moscow Pedagogical State University over the past ten years is considered in detail. Developed astronomical programs, disciplines and forms of work are described. The educational programs of the

Federal State University of Education and the Moscow City Pedagogical University are briefly characterized in terms of astronomical training of students.

Keywords

Education, astronomy, astronomical training of students, bachelor's degree, master's degree, pedagogical universities, educational programs.

В настоящее время происходит очередная реформа высшего образования. В мае 2023 года вышел указ Президента РФ № 343 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования». В указе говорится о необходимости реализации в течение трех учебных лет (2023/24 – 2025/26) пилотного проекта, направленного на изменение уровней профессионального образования. Пилотный проект предусматривает установление следующих уровней высшего образования: базовое высшее образование и специализированное высшее образование. Пилотный проект реализуется в шести российских вузах, в том числе, в Московском педагогическом государственном университете (МПГУ).

С 1 сентября 2026 года планируется переход на новую систему образования во всех высших учебных заведениях России. К этому времени Министерство науки и высшего образования должно утвердить соответствующие нормативные правовые акты.

Предполагается, что переход на новую систему высшего образования должен привести к повышению качества образования студентов. В частности, для педагогических университетов это означает подготовку высококвалифицированных учителей и педагогов.

Одной из задач, стоящих перед реформой, является выделение «ядра» высшего образования для обеспечения целостности образовательного пространства. Для этого, с одной стороны, необходимо обеспечить фундаментальность подготовки студентов, а с другой стороны, практикоориентированность данной подготовки.

Далее речь пойдет о физических образовательных программах, реализуемых в педагогических университетах Москвы. В первую очередь, нас будет интересовать астрономическая подготовка студентов, как составная часть общей фундаментальной естественнонаучной подготовки. Автор статьи имеет опыт преподавания астрономических дисциплин в Московском педагогическом государственном университете, Государственном университете просвещения (ГУП), а также знаком с учебными планами, обеспечивающими подготовку по физике студентов в Московском городском педагогическом университете (МГПУ).

Астрономия относится к фундаментальным естественным наукам. Астрономическая картина мира, которая должна быть сформирована у студентов, обучающихся на физических образовательных программах, является неотъемлемой частью общей естественнонаучной картины мира.

Астрономия формирует наши знания о космических объектах и явлениях, Вселенной в целом, исследует процессы эволюции астрофизических объектов, таких как, Солнечная система, звезды, галактики, скопления галактик, рассматривает космологические вопросы и проблемы и т.д. Таким образом, астрономия и астрофизика играют важную роль в формировании научного мировоззрения, теоретического мышления студентов, раскрывает роль научных методов познания окружающего мира.

На наш взгляд, астрономические дисциплины должны обязательно входить во все физические образовательные программы, в рамках которых осуществляется обучение, как специалистов-физиков, так и учителей физики [1]. Это приобрело особое значение после того, как в последние годы учебный предмет «Астрономия» исчез (в очередной раз) из российских школ [4]. В очень небольшом объеме астрономические знания были

включены в школьный курс физики. В результате многие учащиеся, окончивая школу, практически ничего не знают о строении Вселенной и космических объектах и явлениях.

Рассмотрим сначала вопрос о преподавании астрономии в МПГУ, где автор статьи работает в течение многих лет. Не уходя далеко в прошлое, остановимся на последнем десятилетии. Автор является заведующим кафедрой, которая с 2019 года называется кафедрой физики космоса, поэтому он хорошо знаком с рассматриваемой проблематикой.

Можно констатировать, что количество часов, выделяемых на преподавание астрономии в бакалавриате (специалитете) и магистратуре в МПГУ в последнее десятилетие неуклонно сокращается. Если ранее в образовательных программах по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (например, по профилям «Физика и Информатика») стояло две дисциплины – «Астрономия» и «Методика обучения астрономии в школе», то с 2019 года осталась одна дисциплина – «Астрономия». Также происходит сокращение зачетных единиц и контактных часов, выделяемых на дисциплину «Астрономия».

В МПГУ также реализуются образовательные программы по направлению 03.03.02 Физика (например, «Фундаментальная физика (на английском языке)», «Фундаментальная физика и прорывные технологии»). В учебных планах по данным программам присутствует дисциплина «Астрофизика и космология».

В настоящее время в учебные планы ряда математических и естественнонаучных образовательных программ бакалавриата включена дисциплина «Естественнонаучная картина мира». В рамках этой дисциплины рассматриваются астрономические вопросы, связанные с устройством и эволюцией Вселенной. Это также дает свой вклад в формирование астрономической картины мира.

В целях обеспечения единства образовательного пространства педагогического образования осенью 2021 года по инициативе Министерства просвещения РФ в МПГУ проходила работа по созданию «Ядра высшего педагогического образования». Московский педагогический государственный университет руководил работой по проектированию предметно-методических модулей профиля «Физика» и профиля «Астрономия». Были разработаны наборы дисциплин и их содержание, а также примеры оценочных средств [2].

В ходе работы над проектом рабочая группа пришла к выводу о том, что профиль «Астрономия» необходимо реализовывать в рамках двухпрофильного бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование, например, в образовательной программе по профилям «Физика и Астрономия». К сожалению, вследствие исключения предмета «Астрономия» из школьных программ, реализовать данные планы по подготовке учителей физики и астрономии в МПГУ не удалось.

Отвлекаясь от рассмотрения ситуации в МПГУ, хотелось бы здесь привести положительный пример реализации подготовки по астрономии в бакалавриате по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). В Московской области в городе Коломна в Государственном социально-гуманитарном университете (ГСГУ) в 2021, 2023 и 2024 годах в рамках двухпрофильного бакалавриата по направлению «Педагогическое образование» были открыты образовательные программы по профилям «Физика» и «Астрономия». В указанных программах происходит полноценная подготовка студентов по астрономии и методике ее преподавания.

Рассмотрим теперь ситуацию в МПГУ с магистерскими образовательными программами. С 2011 года по 2020 год в МПГУ реализовывалась магистерская программа «Современное естествознание», а с 2019 года по 2024 год – магистерская программа «Астрокосмическое образование в системе современного естествознания» в рамках направления подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» [5]. Эти

программы носили интегративный характер и были направлены, в том числе, на подготовку учителей астрономии, а также специалистов по дополнительному астрономическому образованию. При этом большое внимание уделялось проектной и исследовательской деятельности.

Преподавателями кафедры физики космоса было разработано большое количество астрономических дисциплин, таких как, «Строение и эволюция Солнечной системы», «Современная астрофизика и космология», «Основы космонавтики», «Экспериментальные методы исследования в астрономии» и др. Был реализован лабораторный практикум по астрономии, студенты готовили курсовые и проектные работы, выпускные квалификационные работы. Были предложены новые формы работы со студентами, направленные, например, на знакомство с принципами и методиками работы с современными астрономическими базами данных [7]. Большое внимание уделялось рассмотрению применения метода моделирования в астрофизике и космологии [6; 8].

К сожалению, после исключения астрономии и естествознания из школьных учебных планов, указанные выше магистерские программы были закрыты.

Хотелось бы отметить, что за прошедшие годы преподавателями кафедры физики космоса МПГУ разработаны учебные пособия по астрономии, естествознанию и методике преподавания данных дисциплин [3; 9; 10].

Обратимся теперь к ситуации с астрономической подготовкой студентов в Государственном университете просвещения (бывший Московский областной педагогический институт (МОПИ) имени Н. К. Крупской). В данном университете подготовка студентов по физике также происходит по двум направлениям: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями) и 03.03.02 Физика.

Прежде всего, астрономические дисциплины присутствуют в образовательной программе «Физика и Информатика». В учебные планы 2020-2022 годов приема входят дисциплина «Астрофизика» (выделено 3 з.е. и 70 контактных часов), а также дисциплина «Методика изучения элементов астрономии в школе» (выделено 4 з.е. и 102 контактных часа). Однако в учебных планах 2023 и 2024 годов приема происходит снижение количества часов на эти дисциплины. Для дисциплины «Астрофизика» теперь соответственно 66 и 58 контактных часов, а для дисциплины «Методика изучения астрономии в школе» – 44 и 36 контактных часов.

В 2023 и 2024 году в ГУПе открыты образовательные программы по профилям «Математика и Физика» по направлению 44.03.05 Педагогическое образование. Однако астрономические дисциплины не включены в учебные планы по данным программам.

Рассмотрим теперь образовательные программы по направлению 03.03.02 Физика. В образовательных программах «Физика» 2021 и 2022 годов приема астрономические дисциплины присутствуют в большом объеме. В учебные планы входит дисциплина «Астрофизика» (выделено 4 з.е. и 98 контактных часов), а также дисциплина «Актуальные проблемы астрофизики/Избранные вопросы астрофизики» (дисциплины по выбору, на которые выделено 6 з.е. и 120 контактных часа). При таком объеме дисциплин можно подробно остановиться на всех основных астрономических темах, рассмотреть современные вопросы и проблемы астрофизики и космологии.

В 2023 году был осуществлен прием студентов на образовательную программу «Фундаментальная физика». В рамках этой программы остались те же астрономические дисциплины и количество контактных часов. Также в 2023 году была открыта программа «Теоретическая и математическая физика». В учебном плане по данной программе присутствует дисциплина «Астрофизика» (с тем же количеством часов), а также дисциплина «Релятивистская астрофизика и физическая космология/Физика элементарных частиц и структура Вселенной» (дисциплины по выбору, на которые выделено 6 з.е. и 120 контактных часа).

К сожалению, в 2024 году прием на направление 03.03.02 Физика в Государственном университете просвещения был закрыт.

Наконец давайте затронем вопрос преподавания астрономии в Московском городском педагогическом университете. Подготовка учителей физики для МГПУ является достаточно новым процессом. Первый набор на образовательную программу «Математика и Физика» прошел в 2020 году. Следовательно, весной 2025 года будет первый выпуск студентов по данной программе. На протяжении этих лет происходит процесс корректировки учебных планов по подготовке учителей математики и физики.

Что касается астрономической подготовки, то ситуация в МГПУ пока складывается следующим образом. В учебных планах присутствует дисциплина «Физические аспекты астрономии». Но на нее выделено всего 2 з.е., а количество часов контактной работы колеблется от 24 до 36 в зависимости от года приема, что естественно является недостаточным. Явно требуется пересмотр учебных планов в сторону увеличения зачетных единиц и часов контактной работы, выделяемой на астрономические дисциплины (и, кстати, дисциплины по физике).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что астрономическая подготовка студентов в педагогических университетах Москвы неуклонно снижается. Особенно это касается обучения учителей физики. Все это приводит к еще большим проблемам со школьным астрономическим образованием, а также подготовкой специалистов для дополнительного образования, которое активно развивается на нашей стране.

Список литературы

1. Исаев Д. А. Развитие астрономического образования как необходимый элемент модернизации системы педагогического естественнонаучного образования / Д. А. Исаев, М. Ю. Королев, Ю. С. Яблошевская // Физика в школе. – 2019. – № 5. – С. 56-62.
2. Концепция и содержание предметно-методического модуля профиля «Астрономия» для педагогического бакалавриата/ М. Ю. Королев, Н. И. Одинцова, Е. Б. Петрова, С. В. Лозовенко, О. А. Косино, М. А. Винник, В. М. Чаругин // Физическое образование в ВУЗах. – 2022. – Т. 28. – № 2. – С. 5-18.
3. Королев М. Ю. Мегамир. – Москва: Прометей, 2019. – 110 с. (Современное естествознание).
4. Королев М. Ю. Об изменении подходов к преподаванию астрономии в школе // Физика в школе. – 2023. – № 8. – С. 55-61.
5. Королев М. Ю. Об опыте подготовки магистров по направлению «Педагогическое образование» в рамках образовательной программы «Астрокосмическое образование в системе современного естествознания» / М. Ю. Королев, Е. Б. Петрова // Физика в системе современного образования (ФССО-2023): Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 212-218.
6. Королев М. Ю. Обучение студентов методу моделирования // Наука и школа. – 2009. – № 6. – С. 38-41.
7. Королев М. Ю. Преподавание астрономии в современной образовательной среде / М. Ю. Королев, Е. Б. Петрова, Г. М. Чулкова // Преподаватель XXI век. – 2023. – № 1-1. – С. 71-83.
8. Королев М. Ю. Теоретические основы методической системы обучения студентов методу моделирования: монография / Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Московский пед. гос. ун-т». – Москва: Изд. Карпов Е.В., 2011. – 135 с.
9. Одинцова Н. И. Естественнонаучная картина мира. Устройство Вселенной: учебное пособие / Н. И. Одинцова, М. В. Солодихина. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2024. – 232 с.
10. Одинцова Н. И. Естественнонаучная картина мира: учебное пособие. Ч. 1: Естествознание - комплекс наук о природе. – Москва: Прометей, 2019. – 180 с. (Современное естествознание).

References

1. Isaev D. A. Razvitie astronomicheskogo obrazovaniya kak neobhodimyj element modernizacii sistemy pedagogicheskogo estestvennonauchnogo obrazovaniya / D. A. Isaev, M. Yu. Korolev, Yu. S. Yabloshevskaya // Fizika v shkole. – 2019. – № 5. – S. 56-62.

2. Koncepciya i sodержanie predmetno-metodicheskogo modulya profilya «Astronomiya» dlya pedagogicheskogo bakalavriata/ M. Yu. Korolev, N. I. Odincova, E. B. Petrova, S. V. Lozovenko, O. A. Kosino, M. A. Vinnik, V. M. Charugin // Fizicheskoe obrazovanie v VUZah. – 2022. – T. 28. – № 2. – S. 5-18.
3. Korolev M. Yu. Megamir. – Moskva: Prometej, 2019. – 110 s. (Sovremennoe estestvoznanie).
4. Korolev M. Yu. Ob izmenenii podhodov k prepodavaniju astronomii v shkole // Fizika v shkole. – 2023. – № 8. – S. 55-61.
5. Korolev M. Yu. Ob opyte podgotovki magistrrov po napravleniyu «Pedagogicheskoe obrazovanie» v ramkah obrazovatel'noj programmy «Astrokosmicheskoe obrazovanie v sisteme sovremenno estestvoznaniya» / M. Yu. Korolev, E. B. Petrova // Fizika v sisteme sovremenno obrazovaniya (FSSO-2023): Materialy XVII Mezhdunarodnoj konferencii, Sankt-Peterburg. – Sankt-Peterburg: Rossijskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. A. I. Gercena, 2023. – S. 212-218.
6. Korolev M. Yu. Obuchenie studentov metodu modelirovaniya // Nauka i shkola. – 2009. – № 6. – S. 38-41.
7. Korolev M. Yu. Prepodavanie astronomii v sovremennoj obrazovatel'noj srede / M. Yu. Korolev, E. B. Petrova, G. M. Chulkova// Prepodavatel' XXI vek. – 2023. – № 1-1. – S. 71-83.
8. Korolev M. Yu. Teoreticheskie osnovy metodicheskoy sistemy obucheniya studentov metodu modelirovaniya: monografiya / Gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya «Moskovskij ped. gos. un-t». – Moskva: Izd. Karpov E. V., 2011. – 135 s.
9. Odincova N. I. Estestvennonauchnaya kartina mira. Ustrojstvo Vselennoj: uchebnoe posobie / N. I. Odincova, M. V. Solodihina. – Moskva: Moskovskij pedagogicheskij gosudarstvennyj universitet, 2024. – 232 s.
10. Odincova N. I. Estestvennonauchnaya kartina mira: uchebnoe posobie. Ch. 1: Estestvoznanie - kompleks nauk o prirode. – Moskva: Prometej, 2019. – 180 s. (Sovremennoe estestvoznanie).

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА

Афет Джалал кызы Мамедзаде

преподаватель кафедры Общетеchnических дисциплин и технологий,
nauchnayastatya80@gmail.com

Гянджинский государственный университет, Азербайджан, г. Гянджа пр. Гейдара Алиева 159

Аннотация

В статье рассматриваются эффективные пути повышения качества преподавания профильных дисциплин на практических занятиях по физике с использованием междисциплинарного подхода. Автор обосновывает актуальность объединения знаний из различных научных сфер для формирования целостного восприятия учебного материала. Проанализированы философские и методологические основы междисциплинарности, приведено сравнение с интегративным подходом. Раскрываются особенности междисциплинарного обучения, направленного на развитие у обучающихся аналитического и критического мышления, способности к самостоятельному поиску решений и научной коммуникации.

Отдельное внимание уделено практическим формам реализации подхода: проектной и исследовательской деятельности, участию в семинарах, разработке междисциплинарных курсов и применению компьютерного моделирования. Показано, что интеграция знаний из физики, химии, биологии и инженерных наук способствует более глубокому пониманию сложных явлений и стимулирует познавательную активность обучающихся. В заключение подчёркивается, что междисциплинарный подход не только повышает качество образования, но и формирует у учащихся навыки, востребованные в современном обществе.

Ключевые слова

Физика, междисциплинарный подход, практические занятия, проектное обучение, образовательные технологии, критическое мышление, интеграция знаний.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF TEACHING SPECIALIZED DISCIPLINES IN PRACTICAL PHYSICS CLASSES USING AN INTERDISCIPLINARY APPROACH

Afat Mammadzada J.

Lecturer, Department of General Technical Disciplines and Technologies,
nauchnayastatya80@gmail.com

Ganja State University, Azerbaijan, Ganja, Heydar Aliyev Avenue 159

Abstract

The article explores effective strategies for improving the quality of teaching specialized disciplines during practical physics classes through the implementation of an interdisciplinary approach. The author highlights the relevance of integrating knowledge from various scientific fields to promote a holistic understanding of educational content. The philosophical and methodological foundations of interdisciplinarity are analyzed, and a comparison is drawn between interdisciplinary and integrative approaches. The paper outlines the specific features of interdisciplinary education aimed at developing students' analytical and critical thinking, independent problem-solving abilities, and scientific communication skills. Particular emphasis is placed on practical forms of implementation, including project-based learning, research activities, seminars, interdisciplinary courses,

and the use of computer simulations. It is demonstrated that the integration of physics with chemistry, biology, and engineering enables a deeper understanding of complex phenomena and fosters students' intellectual engagement. In conclusion, the article argues that the interdisciplinary approach not only enhances educational quality but also equips students with competencies that are essential in today's dynamic world.

Keywords

Physics, interdisciplinary approach, practical training, project-based learning, educational technologies, critical thinking, knowledge integration.

Один из наиболее востребованных подходов в современной науке и образовании — это междисциплинарный метод. Он основан на объединении знаний, исследовательских стратегий и точек зрения из разных научных областей с целью более глубокого и разностороннего осмысления конкретной темы, проблемы или явления. В условиях современного мира, где требуется искать нестандартные решения и стимулировать развитие инноваций, всё больше внимания уделяется именно такому подходу. Известный исследователь и теоретик в области образования Джули Томпсон Кляйн, сотрудничавшая с такими университетами, как Мичиганский и Уэйнский, подчёркивает важность междисциплинарности, отмечая, что в XXI веке она стала своеобразным лозунгом перемен [б.с.189].

Такой подход позволяет выйти за рамки традиционного деления на научные дисциплины и способствует формированию более глубокого и разностороннего понимания исследуемых явлений. Он объединяет различные точки зрения и усиливает эффективность как образовательных стратегий, так и научных исследований. Благодаря междисциплинарному взаимодействию удаётся наладить плодотворное сотрудничество между учёными, преподавателями и представителями разных сфер общества, что, в свою очередь, положительно сказывается на решении актуальных задач современности.

Термин «междисциплинарный» можно заменить такими определениями, как «многоаспектный», «широкий по охвату» или «разнонаправленный», особенно когда речь идёт об исследованиях, охватывающих несколько научных областей. Мультидисциплинарный подход предполагает гармоничное взаимодействие разных специалистов, нацеленное на достижение согласованной цели путем взаимодополнения, дифференцирования совместной и конкретизации индивидуальной ответственности на основе принятия общих ценностей [3].

Существует несколько разновидностей междисциплинарности: мультидисциплинарность, интердисциплинарность и трансдисциплинарность. Междисциплинарная команда — это группа специалистов из разных областей, которые взаимодействуют в едином исследовательском или образовательном пространстве, обмениваясь идеями как в формальной, так и в неформальной обстановке. В отличие от них, мультидисциплинарные команды состоят из учёных, работающих параллельно, каждый в своей области, с минимальным уровнем взаимного влияния. Противоположностью междисциплинарного подхода можно считать дисциплинарный, или строго однопрофильный метод.

Американский исследователь Маркус Таннер, возглавлявший одно из подразделений Техасского университета, внёс значительный вклад в развитие интегративного образования. Его книга *Introduction to Integrative Studies* (в переводе — «Введение в интегративные исследования») подробно раскрывает суть междисциплинарных подходов, описывает этапы исследовательского процесса и демонстрирует способы объединения знаний из разных сфер. В этом труде также рассматривается практическое применение таких подходов в учебной и профессиональной деятельности. Издание предоставляет как теоретическую базу, так и

практические инструменты для тех, кто работает на стыке наук [5.с.143]. История становления междисциплинарного образования включает в себя несколько этапов:

Первые проявления стремления к объединению знаний из разных областей можно найти уже в трудах античных философов. Такие мыслители, как Платон и Аристотель, пытались выстраивать связи между различными направлениями науки и философии. Однако системное развитие междисциплинарного подхода началось лишь в XX веке.

Середина XX века. В 1940–1950-х годах в научном мире возникла необходимость объединения усилий различных дисциплин для решения более сложных проблем. Это стало важным этапом перехода к более целостному восприятию исследуемых процессов, требующему снятия границ между теорией и практикой [4].

Именно в 1970-е годы междисциплинарные подходы начинают активно внедряться в образовательные программы и исследовательскую деятельность. Возникают новые формы организации учебного процесса, охватывающие сразу несколько сфер знания, и применение междисциплинарных методов выходит за пределы академического пространства. Такие подходы становятся востребованными в культуре, социальной сфере, бизнесе и технологиях, где требуется учитывать многочисленные взаимосвязанные факторы.

С философской точки зрения междисциплинарность отражает стремление к целостному восприятию мира, при котором взаимодействие между различными науками позволяет выйти за пределы узкой специализации и сформировать более полную картину исследуемого явления. Далее мы рассмотрим, как эта идея раскрывается в философском контексте.

Латинская приставка *inter*, означающая «между» или «в пределах чего-то», указывает на идею сближения, пересечения и взаимодействия различных направлений, знаний и концепций. В философском контексте это обозначает не просто пространственное «между», а область диалога, обмена и синтеза. Именно в таком пространстве могут возникать новые смыслы и оригинальные интерпретации — как результат встречи противоположных или дополняющих друг друга точек зрения. Таким образом, «быть между» означает мыслить вне жёстких рамок и дисциплинарных границ, создавать поле для интеграции разнородных подходов и культур мышления.

Термин *disciplinar* происходит от латинского *disciplina* — «обучение», «область знания», «сфера специализации». Он отсылает к определённой области науки или образования, обладающей своей логикой, методами и объектами изучения. Каждая дисциплина — это отдельный интеллектуальный мир со своими принципами анализа и терминологией. Однако философски важно признать, что ограниченность внутри одной дисциплины неизбежно ведёт к фрагментарности восприятия. Мир един, и для его осмысления необходимы усилия по соединению различных точек зрения, объединению методологий и выработке общей понятийной картины [2. с.80].

Междисциплинарный подход базируется именно на этом стремлении к целостности. Он предполагает обращение к знаниям из разных научных и профессиональных областей с целью формирования более объёмного, многоуровневого понимания явлений. В основе такого подхода лежат несколько ключевых идей:

Междисциплинарность способствует объединению теорий, методов и концепций, что позволяет глубже понять тему или проблему. В таких практиках, как исследование на основе опросов, знание из разных дисциплин позволяет шире охватить предмет изучения и предложить более комплексную интерпретацию. Такой подход стимулирует взаимосвязь между разными научными и профессиональными областями. Это не просто объединение фактов, а выработка новой рамки анализа, в которой сложные социальные, культурные и технологические вопросы рассматриваются в едином контексте [1.с.57].

Благодаря междисциплинарности, одна и та же проблема может рассматриваться под разными углами, что способствует появлению нестандартных решений и расширяет возможности науки в объяснении сложных явлений.

С философской точки зрения междисциплинарность указывает на то, что познание не должно оставаться внутри изолированных рамок. Напротив, подлинное знание рождается во взаимодействии, в стремлении интегрировать разрозненные фрагменты в единую картину. Такой подход требует открытости, гибкости и готовности к диалогу между разными системами мышления. Он способствует формированию не просто новой педагогической методики, но принципиально нового мировоззрения, основанного на открытых границах, многообразии подходов и критическом отношении к однозначным истинам.

Междисциплинарный подход обладает рядом особенностей, которые делают его ценным в научных исследованиях и образовании. Это объединение различных областей знаний и комплексное рассмотрение таких наук, как физика, химия, биология и социология, которая позволяет глубже понять сложные проблемы и найти нестандартные пути их решения; расширение исследовательских перспектив; слияние различных научных подходов способствует более объёмному и многогранному осмыслению изучаемого явления [4. с.16].

Благодаря взаимодействию дисциплин возникают оригинальные, инновационные идеи, которые невозможно было бы разработать в рамках одной области. Появление новых направлений науки - этот подход может стимулировать рождение новых научных дисциплин, способствовать углублению существующих знаний и формированию новых категорий и понятий.

Междисциплинарный подход развивает у обучающихся навыки аналитического, критического и системного мышления, а также способности к самостоятельному решению сложных задач.

Рассмотрим ниже основные различия между этими двумя концепциями:

<i>Интердисциплинарный подход</i>	<i>Интегративный подход</i>
<i>1. Цели</i>	
Объединяя знания и методы различных научных дисциплин, междисциплинарный подход направлен на решение более масштабных и многогранных проблем. Он поощряет установление связей между разными областями науки посредством самостоятельных исследований, дискуссий и проектной деятельности.	Объединяя знания из различных учебных дисциплин, этот подход позволяет изучать конкретные темы в более широком контексте. Он основывается на чётко разработанных учебных планах и образовательных программах.
<i>2. Методология</i>	
В центре этого подхода — активное участие студентов в учебном процессе, когда они ощущают себя исследователями, способными рассматривать проблемы с разных точек зрения. К примеру, учащиеся могут объединить принципы физики, химии и биологии для комплексного решения одной задачи.	Преподаватели устанавливают связи между дисциплинами, объясняя, например, как одна и та же тема может рассматриваться с точки зрения как физики, так и биологии. Этот подход реализуется через тщательно спланированную учебную деятельность.
<i>3. Выбор темы</i>	

<p>Интердисциплинарный подход фокусируется на более широких темах, где объединяются принципы нескольких научных областей. Например, такие темы, как экосистемы, производство энергии и изменение климата, требуют знаний из различных областей, таких как экология, физика, экономика и социальные науки, для полного понимания и решения этих проблем.</p>	<p>Интегративный подход объединяет конкретные учебные темы, такие как энергия в физике, химические реакции в химии и жизненные циклы в биологии. В этом случае границы между предметами более четкие, и каждый предмет сохраняет свою уникальную роль, но при этом используются взаимосвязи для лучшего понимания темы.</p>
<p>4. Участие студентов</p>	
<p>В центре внимания находятся личные интересы студентов, их исследовательская активность и самостоятельное освоение знаний. Обучающиеся самостоятельно формулируют проблемы и ищут пути их решения.</p>	<p>В альтернативной модели основное внимание уделяется выполнению конкретных заданий под руководством преподавателя, а взаимосвязи между предметами раскрываются в ходе объяснений, предлагаемых педагогом.</p>

Физика как учебная дисциплина занимает особое положение в системе естественнонаучного образования благодаря своей способности интегрировать знания из таких областей, как химия, биология, математика и основы компьютерного моделирования. Ее междисциплинарный характер обусловлен необходимостью всестороннего анализа природных явлений, что требует привлечения различных научных подходов и понятийного аппарата из смежных наук. В современных образовательных реалиях междисциплинарность рассматривается как неотъемлемое условие формирования аналитического и критического мышления, а также подготовки учащихся к решению задач, связанных с реальными жизненными ситуациями.

Междисциплинарный подход в преподавании физики создает условия для расширения познавательных горизонтов, развития интеллектуального потенциала обучающихся, совершенствования их исследовательских и коммуникативных навыков. Он обеспечивает целостное восприятие изучаемых явлений и способствует формированию устойчивой мотивации к обучению.

Среди форм реализации междисциплинарного подхода можно выделить проектную деятельность обучающихся

В этом аспекте из наиболее эффективных форм является организация учебных проектов, в рамках которых объединяются знания из физики, химии, биологии, инженерных и общественных наук. Например, при разработке проекта, посвящённого альтернативным источникам энергии, учащиеся исследуют физические принципы преобразования энергии, инженерные аспекты построения установок и экологические последствия использования тех или иных технологий. Такая деятельность способствует развитию системного мышления, позволяет рассматривать проблему с разных точек зрения и формировать творческий подход к её решению.

Проведение экспериментально-исследовательских, лабораторных работ и практических занятий по физике позволяет учащимся наглядно убедиться в действии физических закономерностей и рассматривать их в контексте смежных наук. В рамках междисциплинарного эксперимента возможно изучение, например, физического аспекта химических реакций или моделирование экосистем с опорой на биофизические принципы. Такой формат способствует развитию умений собирать, интерпретировать и критически оценивать экспериментальные данные.

Участие в семинарах и научных дискуссиях с привлечением специалистов из разных областей науки расширяет кругозор обучающихся, формирует у них умение воспринимать и соотносить различные научные точки зрения. Обсуждение актуальных исследований, обмен мнениями и коллективный анализ научных данных способствуют формированию аргументированной позиции и развитию навыков научного общения.

Междисциплинарные учебные курсы, включающие элементы физики, химии, биологии и инженерных дисциплин, позволяют рассматривать одно и то же явление сквозь призму разных научных подходов. Такой тип обучения формирует у учащихся представление о взаимосвязях между различными науками, способствует осмыслению комплексных проблем и поиску нестандартных решений.

Моделирование и симуляция, использование компьютерных моделей и имитационных сред позволяет учащимся анализировать поведение физических систем, выявлять их взаимосвязь с процессами в других областях — например, в экономике, экологии или климатологии. Имитационное моделирование наглядно демонстрирует применимость физических знаний в различных прикладных контекстах.

Проектная форма междисциплинарного обучения включает в себя несколько последовательных этапов: выбор темы, планирование исследования, реализация проекта, анализ полученных результатов, подготовка и проведение презентации, оценка и рефлексия, распространение итогов. В зависимости от специфики учебной дисциплины и целей обучения, междисциплинарный подход может реализовываться по-разному, что открывает широкие возможности для педагогического творчества и внедрения.

В сфере образования междисциплинарный подход выражается в объединении и взаимосвязи различных учебных предметов. Например, совместное изучение истории, географии и экономики в контексте страны может способствовать формированию более целостного и глубокого мировоззрения у учащихся. Этот подход развивает у обучающихся важнейшие навыки — способность к аналитическому осмыслению, креативному подходу и решению нестандартных задач [4.с.16].

Руководство по внедрению модели междисциплинарного обучения может включать следующие шаги:

1. Предложить учащимся темы для исследования.
2. Объяснить принципы междисциплинарного подхода и его значимость.
3. Показать связи между различными областями знаний и применить соответствующую методологию.
4. Побуждать учащихся к объединению знаний из разных дисциплин.
5. Регулярно предоставлять обратную связь.
6. Оценивать эффективность внедрения подхода на практике.

Междисциплинарный подход способствует объединению специалистов из разных областей науки. Так, в медицинской практике синтез биотехнологий и инженерных решений может открыть новые пути к разработке методов лечения и диагностики.

Совмещение знаний в области маркетинга, психологии, экономики и инженерии позволяет предприятиям разрабатывать инновационные продукты и предлагать новые формы обслуживания, соответствующие требованиям времени.

Объединение социальных наук, психологии, антропологии и социологии даёт возможность более глубоко анализировать общественные явления и способствует налаживанию диалога между представителями различных культур.

К числу значимых результатов относятся: способность к решению комплексных задач, формирование креативного и инновационного мышления, развитие исследовательских и академических компетенций, а также укрепление навыков совместной деятельности и взаимодействия в коллективе.

Интеграция различных научных дисциплин в процессе преподавания физики создаёт условия для формирования у учащихся целостного научного мировоззрения. Например, при изучении тем, связанных с энергией, можно привлекать знания из экологии, экономики и технологии. Такие подходы способствуют осмысленному восприятию учебного материала, делают обучение более наглядным и приближенным к реальным условиям. Кроме того, междисциплинарные методы, такие как проектная деятельность, лабораторные исследования и моделирование, формируют у учащихся навыки самостоятельного поиска информации, командной работы и научного анализа. Всё это соответствует современным требованиям к качеству образования и готовит обучающихся к решению сложных задач будущего.

Таким образом, междисциплинарный подход отражает потребность в интеграции знаний, обусловленную современными условиями развития образования, науки, бизнеса и социума. Его внедрение открывает широкие возможности для формирования новых подходов к обучению, решению сложных проблем и стимулированию творческого потенциала.

Список литературы

1. Кригер Б. Ю. Междисциплинарность как самостоятельная наука [Электронный ресурс] // Lib.ru. – Режим доступа: https://lit.lib.ru/k/kriger_b_j/text_1810.shtml, свободный.
2. Кущина Е. А. Интердисциплинарность как принцип обучения в современном образовательном процессе / Е. А. Кущина // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е, Педагогические науки : научно-теоретический журнал. - Новополоцк: ПГУ, 2013. - № 15. - С. 9-13
3. Илюхина В. А., Бронева (Иванова) Т. Б., Кошулько М. А., Нурок М. Ю. Мультидисциплинарный подход к изучению и коррекции нарушений мозговых механизмов при задержке психического и речевого развития у детей дошкольного возраста // В. А. Илюхина, Т. Б. Бронева (Иванова) Психология образования в поликультурном пространстве. 2014. № 26(2). С. 7-26.
4. Саниева А. Д. Междисциплинарный подход в образовании: особенности и преимущества // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 7, № 6. – С. 16.
5. Таннер М. Введение в интегративные исследования / М. Таннер.-3-е изд. –Дубьюк, Айова: Kendal Hunt Publishing Company, -2021. -277
6. Klein J. T. Creating Interdisciplinary Campus Cultures: A Model for Strength and Sustainability / J. T. Klein,. – San Francisco: Jossey-Bass, 2010. – p .240

References

1. Kriger B. YU. Mezhdistsiplinarnost' kak samostoyatel'naya nauka [Elektronnyy resurs] // Lib.ru. – Rezhim dostupa: https://lit.lib.ru/k/kriger_b_j/text_1810.shtml, svobodnyy.
2. Kushchina Ye. A. Interdistsiplinarnost' kak printsip obucheniya v sovremennom obrazovatel'nom protsesse / Ye. A. Kushchina // Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya E, Pedagogicheskiye nauki : nauchno-teoreticheskiy zhurnal. - Novopolotsk: PGU, 2013. - № 15. - S. 9-13
3. Ilyukhina V. A., Bronevaya (Ivanova) T. B., Koshul'ko M. A., Nurok M. YU. Mul'tidistsiplinarnyy podkhod k izucheniyu i korrektsii narusheniy mozgovykh mekhanizmov pri zaderzhke psikhicheskogo i rechevogo razvitiya u detey doshkol'nogo vozrasta // V. A. Ilyukhina, T. B. Bronevaya (Ivanova) Psikhologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve. 2014. № 26(2). S. 7-26.
4. Saniyeva A. D. Mezhdistsiplinarnyy podkhod v obrazovanii: osobennosti i preimushchestva // Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya. – 2024. – Т. 7, № 6. – S. 16. – DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.07.06.016.
5. Tanner M. Vvedeniye v integrativnyye issledovaniya / M. Tanner.-3-ye izd. –Dub'yuk, Ayova: Kendal Hunt Publishing Company, -2021. -277
6. Klein J. T. Creating Interdisciplinary Campus Cultures: A Model for Strength and Sustainability / J. T. Klein,. – San Francisco: Jossey-Bass, 2010. – p. 240

ПОДДЕРЖКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В НАПРАВЛЕНИИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

Никитина Татьяна Владимировна

кандидат педагогических наук, TVNikitina@mephi.ru, ntv74rus@ya.ru

ФГАОУ ВО «Снежинский физико-технический институт Национального исследовательского ядерного университета МИФИ», 456776, Российская Федерация Челябинская область, г. Снежинск, ул. Комсомольская, д. 8

Аннотация

В статье представлены результаты анализа современного состояния предвузовской подготовки учащихся к инженерно-техническим специальностям. Данная подготовка охватывает и общее, и дополнительное образование школьников. В дополнительном образовании представлены инженерные и естественнонаучные практики, которые носят междисциплинарный характер. Видное место в системе инженерных практик на уровне школьного образования занимает робототехника. Дополнить стандартный курс робототехники возможно через включение в его программу учебных инженерных опытов, которые по структуре деятельности связаны с учебным физическим экспериментом. В системе общего образования взаимодействие учебных предметов Физика и Математика существенно обогащается содержанием Информатики. Приведены стержневые линии взаимодействия этих учебных предметов, традиционные примеры из школьной практики, из современных направлений внеурочной деятельности, в том числе и робототехники. Основной научно-методической и организационной проблемой междисциплинарного подхода является выстраивание временных и содержательных связей между школьными предметами и направлениями дополнительного инженерно-технического образования. Результаты проведенного анализа реализуются в содержании основной образовательной программы магистратуры по направлению 44.00.01 «Педагогическое образование» с профилем «Физико-математическое образование и информационные технологии» в Снежинском физико-техническом институте.

Ключевые слова

Физико-математическая подготовка учащихся, робототехника, учебный инженерный эксперимент, подготовка учителя физики.

SUPPORT OF PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF SCHOOLCHILDREN IN THE DIRECTION OF PHYSICAL AND TECHNICAL SPECIALTIES IN THE CONTEXT OF INTERDISCIPLINARY EDUCATION

Nikitina Tatiana V.

Candidate of Pedagogical Sciences, TVNikitina@mephi.ru, ntv74rus@ya.ru

Snezhinsky Institute of Physics and Technology of the National Research Nuclear University MEPHI, 456776, Russian Federation, Chelyabinsk Region, Snezhinsk, Komsomolskaya str., 8.

Abstract

The article presents the results of an analysis of the current state of pre-university preparation of students for engineering and technical specialties. This training covers both general and additional education of schoolchildren. Additional education includes engineering and natural science practices that are interdisciplinary in nature. Robotics

occupies a prominent place in the system of engineering practices at the school level. It is possible to supplement the standard robotics course by including educational engineering experiments in its program, which are structurally related to educational physics experiments. In the general education system, the interaction of academic subjects Physics and Mathematics is significantly enriched by the content of Computer Science. The core lines of interaction between these academic subjects, traditional examples from school practice, and modern extracurricular activities, including robotics, are presented. The main scientific, methodological and organizational problem of the interdisciplinary approach is to build temporary and meaningful links between school subjects and areas of additional engineering and technical education. The results of the conducted analysis are implemented in the content of the main educational program of the master's degree in the direction 44.00.01 "Pedagogical education" with the profile "Physics and Mathematics education and information technology" at the Snezhinsk Physics and Technology Institute.

Keywords

Physical and mathematical training of students, robotics, educational engineering experiment, physics teacher training.

Современное цифровое общество породило новую образовательную реальность, в которой изменился подход к содержанию и процессу обучения. Новая учебная информация носит междисциплинарный характер. Проявлениями междисциплинарного подхода в современном образовании являются внеурочные курсы по робототехнике, техническому конструированию и моделированию, программированию микроконтроллеров, цифровым лабораториям, нанотехнологиям и компьютерному моделированию, формированию естественнонаучной грамотности учащихся [4]. Направления реализации междисциплинарного подхода в образовании нацелены прежде всего на удовлетворение интересов и образовательных потребностей школьников, демонстрирующих высокую заинтересованность и способности в области инженерного и физико-технического образования. Именно такие учебные курсы выполняют функцию поддержки профессионального самоопределения школьников в направлении физико-технических специальностей.

Одним из первых проявлений междисциплинарного подхода в школьном образовании можно считать физико-математическую подготовку учащихся [5]. Стержневыми линиями взаимодействия физики и математики являются: 1) умение выполнять расчеты (вычислительная культура); 2) решение задач в общем виде (владение техникой выполнения тождественных преобразований физических выражений и формул, их составление в форме различных по сложности буквенных записей); 3) владение приемами составления и решения рациональных уравнений, систем уравнений, сводящимися к линейным и квадратным зависимостям; 4) технология использования графических и аналитических представлений для описания физико-математических ситуаций с последующим применением геометрических рассуждений; 5) функция как математическая модель, которая, с одной стороны, позволяет описывать (и изучать) разнообразные зависимости между реальными (физическими) величинами – явлениями, процессами, событиями, а с другой стороны, помогает обучаемым проникнуть в суть и осознать физический смысл изучаемых законов природы, выявленных функциональных закономерностей между ее параметрами и величинами.

Физико-математическая подготовка может обогащаться за счёт обучения компьютерному моделированию физических процессов на уроках информатики и во внеурочной деятельности. Традиционными задачами, в которых согласуются знания по физике, математике, информатике являются задачи: о вычислении характеристик и расчете траектории полета снаряда, о свободном падении тела с учётом сопротивления

среды, о движении тела с переменной массой (взлёт ракеты) и др. В последнее десятилетие появились и другие задачи, учитывающие взаимодействие этих учебных предметов. К ним относятся проведение учебных экспериментальных исследований с помощью цифровых датчиков и разработка программируемых устройств, таких как умный свет, умная теплица и др. Стержневыми линиями взаимодействия Физики, Математики и Информатики являются: 1) применение табличного редактора для компьютерного моделирования физических явлений и обработки данных учебного эксперимента; 2) программирование как инструмент моделирования физических явлений; 3) создание учебных проектов «умных» устройств; 4) понимание физических принципов передачи информации, функционирования компьютера и сопрягаемых с ним устройств [3]. Если взаимодействие Физики и Математики предусматривается школьными учебниками и контрольно-измерительными материалами государственной итоговой аттестации по физике, то взаимодействие Физики и Математики с Информатикой практикуется главным образом во внеурочной деятельности и иных формах дополнительного образования школьников.

Отдельного внимания заслуживает робототехника, которая для современной экономики является новой производственной технологией, обеспечивающей конкурентоспособность и технологическое лидерство государства. Изучение робота как объекта исследования, т.е. некоторой технической системы, состоящей из подсистем, возможно в условиях внеурочной деятельности. В этом случае ведущим учебным предметом является Информатика, а Физика и Математика выступают в качестве вспомогательной основы (рис. 1) [3]. Возможности дополнения стандартного курса робототехника научными знаниями с участием учителя физики заключаются в том, что внеурочная деятельность инженерно-технического направления позволяет заинтересованным школьникам проводить большое число учебных инженерных опытов. Внеурочные занятия по конструированию и робототехнике проводятся, как правило, с опережением по отношению к школьному курсу физики. В ходе такой деятельности на пропедевтическом уровне вводятся отдельные физические понятия, например, скорость, пройденный путь, время, равномерное и неравномерное движение, энергия, мощность и др. [2]. Приведённые примеры понятий позволяют описать научным языком поведение различных технических устройств, например, машин, которые приводятся в движение за счёт преобразования энергии различного происхождения: электрической, ветряной, механической, солнечной и др. Опыт показывает, что учебный инженерный и физический эксперименты объединены во взаимосвязи, обусловленной преимущественностью структуры экспериментальной деятельности [1]. Учебный инженерный эксперимент всегда является многофакторным, и в этом его принципиальное отличие от учебного физического эксперимента.



Рисунок 1 — Модель междисциплинарного взаимодействия школьных учебных предметов Физика, Информатика, Математика и стандартного курса образовательной робототехники (автор Т.В. Никитина [3])

Необходимым условием проектирования учебной деятельности междисциплинарного характера является учёт содержательного и временного факторов преемственных связей, следует четко определить логику и средства реализации этих связей. Запаздывающие связи позволяют показать прикладной характер изученного материала, но необходимо организовывать обобщающее повторение, устраняющее процесс забывания. Опережающие связи позволяют повлиять на мотивацию к изучению предметов физики. Известным примером является образовательная робототехника, которая изучается в 5-6 классах. Наибольший интерес представляют сопутствующие связи. Они позволяют решить и задачу мотивации учащихся, и показать прикладной характер изучаемого материала с опорой на принцип научности, который будет одним из ведущих на уровне среднего образования при изучении предмета Физика в профильных классах.

Образовательный процесс в поле междисциплинарного подхода способен реализовывать учитель и педагог дополнительного образования, имеющий соответствующую методическую и предметную подготовку. Одним из стратегических ориентиров всей системы образования является совершенствование подготовки учителя физики через профессиональное саморазвитие и повышение квалификации.

Междисциплинарные направления образовательной деятельности с применением знаний и умений по физике динамично обновляются и непрерывно обсуждаются в научно-педагогическом сообществе. Поэтому оптимальные условия для подготовки учителя к работе в поле междисциплинарного образования, включающего физику, могут быть обеспечены на уровне магистратуры. В Снежинском физико-техническом институте НИЯУ МИФИ ведётся такая подготовка по направлению «Педагогическое образование» 44.00.01 «Физико-математическое образование и информационные технологии». В основной образовательной программе предусмотрены такие курсы как Образовательная робототехника, Математическое моделирование в физике, Подготовка к итоговой аттестации обучающихся, Современные языки программирования, Профорientационная деятельность в области инженерно-технического образования и др. Научно-педагогические проблемы, связанные с развитием данных направлений, обсуждаются и исследуются в дисциплинах «Современные проблемы образования», «Методология и методы научных исследований», «Метапредметность в образовании», «Теория и методика обучения (физика, математика), Информационные технологии в

профессиональной деятельности. Кроме того, преподаватели института располагают успешным опытом наставничества при руководстве междисциплинарными проектами учащихся школ, проведением профессиональных проб школьников в направлении физико-технических инженерных специальностей. Таким образом, проведённый научно-педагогический анализ содержания основного и дополнительного образования в поле междисциплинарности, набор необходимых учебных дисциплин для будущих учителей физики в магистратуре и взаимодействие с опытными наставниками являются необходимыми условиями для поддержки и развития профессионального самоопределения школьников в направлении физико-технических специальностей.

Список литературы

1. Никитина Т. В. Взаимосвязь учебного физического и инженерного экспериментов / Т. В. Никитина // Учебная физика, 2024, №3. - С. 67-75.
2. Никитина Т. В. Научно-методические основы учебного инженерного эксперимента // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 2 (110). С. 95–104. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2024_2_95.
3. Никитина Т. В. Практическая реализация междисциплинарного подхода в школьном образовании / Т. В. Никитина // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2025. – № 1 (январь). – С. 169–181. – URL: <http://e-koncept.ru/2025/251012.htm>. (дата обращения: 01.02.2025). – Режим доступа: свободный.
4. Никитина Т. В. Реализация STEM-образования во внеурочной деятельности учащихся: учебное пособие / Никитина Т. В. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 123 с. — ISBN 978-5-4497-1581-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118882.html> (дата обращения: 04.02.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Санчаа Т. О. Реализация междисциплинарного подхода в предвузовской подготовке учащихся по физике / Т. О. Санчаа, Т. В. Никитина // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 4(107). – С. 292-294.

References

1. Nikitina T. V. Vzaimosvyaz` uchebnogo fizicheskogo i inzhenernogo e`ksperimentov / T. V. Nikitina // Uchebnaya fizika, 2024, №3. - S. 67-75.
2. Nikitina T. V. Nauchno-metodicheskie osnovy` uchebnogo inzhenernogo e`ksperimenta // Uchebny`j e`ksperiment v obrazovanii. 2024. № 2 (110). С. 95–104. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2024_2_95.
3. Nikitina T. V. Prakticheskaya realizaciya mezhdisciplinarnogo podxoda v shkol`nom obrazovanii / T. V. Nikitina // Nauchno-metodicheskij e`lektronny`j zhurnal «Koncept». – 2025. – № 1 (yanvar`). – S. 169–181. – URL: <http://e-koncept.ru/2025/251012.htm>. (data obrashheniya: 01.02.2025). – Rezhim dostupa: svobodny`j.
4. Nikitina T. V. Realizaciya STEM-obrazovaniya vo vneurochnoj deyatel`nosti uchashhixsya: uchebnoe posobie / Nikitina T. V. — Moskva: Aj Pi Ar Media, 2022. — 123 s. — ISBN 978-5-4497-1581-4. — Tekst: e`lektronny`j // Cifrovoy obrazovatel`ny`j resurs IPR SMART: [sajt]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118882.html> (data obrashheniya: 04.02.2025). — Rezhim dostupa: dlya avtorizir. pol`zovatelej.
5. Sanchaa T. O. Realizaciya mezhdisciplinarnogo podxoda v predvuzovskoj podgotovke uchashhixsya po fizike / T. O. Sanchaa, T. V. Nikitina // Mir nauki, kul`tury`, obrazovaniya. – 2024. – № 4(107). – S. 292-294.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В УНИВЕРСИТЕТАХ ФРГ НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКЕ

Свиридов Владимир Владимирович

доктор физико-математических наук, профессор, prof.Sviridov@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, 394043, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Ленина, д. 86

Аннотация

При переходе к болонской системе немецким университетам фактически удалось сохранить традиционную пятилетнюю подготовку специалиста. Однако при этом потребовалось вместить в трехлетний бакалавриат полноценную фундаментальную подготовку. Для физических специальностей это достигается за счет очень интенсивной и жестко контролируемой самостоятельной работы, а также освоения теоретической физики на самых ранних этапах обучения. Детали, отчасти основанные на личном опыте автора, раскрываются на примере программ бакалавриата и (в меньшей степени) магистратуры по медицинской физике одного из университетов ФРГ.

Ключевые слова

Высшее образование, медицинская физика, обучение физике, самостоятельная работа студента, учебник по теоретической физике.

ORGANIZATION AND METHODOLOGICAL SUPPORT OF TEACHING PHYSICS IN UNIVERSITIES OF GERMANY: THE CASE OF SCIENCE DEGREE PROGRAMS IN MEDICAL PHYSICS

Sviridov Vladimir V.

Dr.hab. physical and mathematical sciences, professor, prof.Sviridov@mail.ru

Voronezh State Pedagogical University, 394043, Russian Federation, Voronezh, Lenin str., 86

Abstract

In the course of transition to the Bologna system, German universities have actually managed to preserve the traditional five-year specialist training. However, this required squeezing full fundamental training into a three-year bachelor's degree. For physics specialties, this is achieved through very intensive and tightly controlled self-guided work of a student as well as handling theoretical physics at the earliest stages of training. Details, partly based on the author's personal experience, are revealed for the case of bachelor's and (to a lesser extent) master's science degree programs in medical physics at one of the universities of Germany.

Keywords

Higher education, medical physics, teaching physics, self-guided student work, textbook on theoretical physics.

Как известно, в России основной формой существования образования является перманентная реформа. Минобрнауки уже объявило о запуске новой системы высшего образования с 2026 года, а министр отметил, что масштабная работа по подготовке Стратегии развития образования до 2040 года «ведется в активном взаимодействии представителей высшей школы, других уровней образования, ведущих работодателей,

ученых и общественных деятелей». При выполнении подобной работы очень полезно посмотреть, а как это сделано у других, чтобы расширить базу накопленного опыта (позитивного и негативного), избежать воспроизводства ошибок (своих и чужих) и обогатить арсенал идей и методических инструментов (оригинальных и заимствованных).

Автору доклада привелось в течение ряда лет консультировать студента одного из университетов ФРГ по дисциплинам физико-математического цикла. Эта роль предоставила возможность познакомиться с системой немецкого физического образования не только извне, но и изнутри, глазами студента. Знакомство состоялось на конкретном примере бакалавриата и магистратуры по медицинской физике, но это не снижает общности основных впечатлений и выводов. В аннотации этой образовательной программы заявлено, что студенты получают «almost normal» физико-математическую подготовку — и ее действительно можно расценить как весьма капитальную. Собственно, по этой причине подопечному, закончившему школу с углубленным изучением химии и биологии, и понадобился консультант по физике и математике. Учебный план (табл. 1) подтверждает, что программа «Медицинская физика» нацелена на выпуск квалифицированных физиков, понимающих медицинские проблемы, а не медиков, знакомых с физикой. С другой стороны, в числе формируемых компетенций с необходимостью оказываются такие, которые «чистой» физике не свойственны, как-то: способность ориентироваться в естественнонаучных дисциплинах (химия, биология, анатомия и физиология), понимание взаимосвязей в системе естественнонаучных знаний, умение работать с людьми, в том числе особенными (пациенты).

Вначале несколько слов об особенностях организации университетского образования в ФРГ, общих для всех образовательных программ. Полноценным высшим образованием считается подготовка суммарным объемом 300 Credit Points (CP), каждый из которых равен 30 академическим часам трудоемкости. Год обучения — это 60 CP, то есть по факту в Германии по-прежнему преобладает 5-летнее высшее образование, хотя и адаптированное к болонской системе. Указанный объем делится между бакалавриатом и магистратурой, чаще всего в пропорции 3:2 (180 + 120 CP). Подготовка специалиста по медицинской физике устроена именно так. Иногда бакалавриат длится 4 года (240 CP), тогда можно обойтись короткой магистратурой в 60 CP, но за ней, скорее всего, придется ехать в другие европейские страны.

Таблица 1

Учебный план бакалавриата по медицинской физике

Семестр 1	CP	Семестр 2	CP
Экспериментальная физика I	11	Экспериментальная физика II	9
Высшая математика I	9	Высшая математика II	9
Научно-техническая информатика	7	Физиология II	3
Физиология I	3	Биохимия II	3
Биохимия I	3	Курсы по выбору (физика, медицина)	3
Семестр 3		Семестр 4	
Экспериментальная физика III	9	Теоретическая физика II	9
Теоретическая физика I	9	Медицинская физика I	8
Высшая математика III	9	Основной физпрактикум (лаб.)	6
Основной физпрактикум (лаб.)	6	Курсы по выбору (физика, медицина)	4
Семестр 5		Семестр 6	
Медицинская физика II	7	Электроника	8
Структура материи (ФТТ + физика ядра и элементарных частиц)	6	Курсы по выбору (физика, медицина)	9
Продвинутый физпрактикум (лаб.)	6	Бакалаврская диссертация с защитой	10
Анатомия I	4		

Радиационная медицинская физика, обзорные лекции и клинический практикум по медицинской физике	8		
--	---	--	--

Содержание обучения в бакалавриате определяется университетом достаточно жестко (табл. 1). Элективные курсы предусмотрены, но их общий объем составляет менее 9 % от всей подготовки. Очевидная основная задача этой ступени обучения — фундаментальная общая физико-математическая подготовка. На нее отводится не менее 54 % всей трудоемкости, а если добавить сюда медицинскую физику (в аннотации характеризуемой как прикладная физическая дисциплина), электронику, курсы по выбору (из которых 4/5 посвящены различным сторонам физики, в т. ч. весьма далеким от медицины — вроде общей теории относительности или вопросов физики и техники в сериале «Звездный путь») и работу над диссертацией, то эта доля поднимается до 80 %.

Интенсивность учебной работы, необходимой для успешного освоения такого учебного плана, чрезвычайно высока. Хотя обязательное посещение установлено только для лабораторных практикумов (не более двух пропусков без медсправки за семестр), по каждой из *читаемых* дисциплин в университетскую систему управления обучением (Moodle) еженедельно выкладывается задание, которое студент за неделю должен выполнить, самостоятельно или в составе неформальной группы из 2–4 сокурсников. **Все** задания проверяются и оцениваются (ассистентами лектора, а также привлеченными студентами-старшекурсниками). Для допуска к экзамену необходимо набрать не менее 50 % от максимально возможной суммы баллов, причем и в первой, и во второй половине семестра.

По физическим дисциплинам (экспериментальная, теоретическая и медицинская физика, а также «Структура материи») и высшей математике недельное задание включает 3–7 задач, которые зачастую правильнее было бы называть кейсами: описывается некоторая ситуация, к ней ставится ряд вопросов, более или менее независимых. Решение такой задачи превращается в целое учебное исследование. Ситуация осложняется тем, что задачи для недельных заданий берутся не из готовых задачников, а составляются — как правило, лектором — каждый учебный год заново. С одной стороны, это предупреждает соблазн списать из решебника, но с другой — часто приводит к нечетким и ошибочным формулировкам задач, не прошедшим традиционный цикл рецензирования, редактирования и апробации. Конечно, найти и доказать ошибку преподавателя — тоже задача, причем особенно полезная для освоения предметной области. К сожалению, дополнительных баллов ее решение не приносит, а времени отнимает много.

В итоге **реальная** трудоемкость выполнения недельных заданий оказывается **как минимум** не меньше расчетного объема самостоятельной работы студента, то есть разности полной трудоемкости ($60 \text{ CP} = 1800$ часов в год) и количества аудиторных занятий. Первое следствие отсюда очевидно: если уж студент справился с этим, то физику и математику он будет знать прилично. Дальнейшие следствия не столь очевидны и порой довольно неожиданны. Например, хотя формально продолжительность бакалавриата составляет 3 года, неформально он часто воспринимается как 4-летнее обучение. Причина в том, что лишь немногие студенты способны выдержать такой темп учебной работы. Так, после первого курса в группе, где учился подопечный автора, только один студент не имел академических задолженностей, зато несколько его однокурсников не смогли сдать ни одного экзамена (или не были допущены к ним). Поэтому задолженность является делом обычным и не рассматривается как основание для немедленного отчисления. Студент может ликвидировать «хвосты» в течение достаточно длительного времени — на что и уходит еще один год обучения. Внутренние правила университета в этом отношении достаточно

мягки. Например, в начале учебного года сразу устанавливаются даты не только экзамена, но и его пересдачи. К изучению третьей части дисциплины допускаются все, кто сдал хотя бы одну из первых двух. С другой стороны, беспредел тоже не допускается: если не справился ни с первой, ни со второй частью, будь добр зайти на повторное обучение. Пересдавать до бесконечности один и тот же предмет тоже не получится: максимум три (иногда четыре) попытки.

Другим неожиданным следствием реально высокой трудоемкости обучения служит отношение к заочному образованию. В разделе FAQ университетского сайта на вопрос о возможности получить образование заочно дается весьма саркастический ответ: честная учеба требует затрат времени не меньше, чем работа на полную ставку 40 часов в неделю, так что совмещение этих двух занятий — вряд ли хорошая идея.

Что касается *содержания* физико-математической подготовки, то меньше всего неожиданностей преподносят курсы высшей математики и экспериментальной (= общей) физики. Последний включает обычные и для российских физических и инженерных специальностей разделы механики (но без СТО), термодинамики (без статфизики), электродинамики и оптики, явлений переноса (включая гидродинамику), волновых явлений (на основе Фурье-анализа) и основ квантовых представлений (КВ дуализм, тепловое излучение, соотношения неопределенностей, уравнение Шредингера, атом водорода, спин, многоэлектронные атомы). И хотя при этом рассматриваются некоторые вопросы, для российского общефизического образования довольно экзотические (например, матричная оптика), все же основная разница состоит лишь в существенно более жестком контроле самостоятельной работы и ее результатов.

Любопытнее содержание курса медицинской физики — дисциплины не самой распространенной и, кроме того, вынужденной постоянно подстраиваться к прогрессу в методах диагностики и лечения. Оно оказывается довольно эклектичным и включает основы биомеханики, гидродинамику кровеносной системы, акустику уха, оптику глаза и основы обработки оптических сигналов, взаимодействие ионизирующих излучений с биологическими тканями, физические основы получения и оптимизации двух- и трехмерных (КТ!) рентгеновских изображений, физические основы УЗИ, процедуры ядерной диагностики и МРТ, физические основы лазерной терапии. Кроме того, в нашем случае лектор, пользуясь отсутствием устоявшегося канона дисциплины, часть учебного времени посвятил теме своих научных интересов — биомеханике жизни в очень вязкой среде, — к проблемам медицины имеющей отношение весьма отдаленное.

Наиболее существенным отличием обучения физике в немецких университетах от российской традиции служит *освоение теоретической физики на самых ранних этапах*. В качестве иллюстрации, показывающей, что программа бакалавриата по медицинской физике (где теорфизика читается в 3 и 4 семестрах) тут не исключение, сошлемся на один из самых популярных в ФРГ и многих других странах учебников — семитомный «Курс теоретической физики» Вольфганга Нольтинга. Разные тома «Курса» выдержали от 7 до 11 переизданий [2], переведены на английский язык [3], а в настоящее время начинают издаваться и на русском [1].

«Курс теоретической физики» Нольтинга вырос из конспектов лекций, читавшихся автором в основном в немецких университетах, и по своей структуре приспособлен к организации высшего физического образования, принятой в ФРГ. Первые четыре тома могут рассматриваться как теоретическая часть так называемого «Объединенного курса экспериментальной и теоретической физики», который во многих университетах ФРГ преподается с первого курса. Это «Классическая механика» (два полутома), «Электродинамика», «Специальная теория относительности» (куда ушли релятивистские представления из общефизических разделов механики и электродинамики) и «Термодинамика». Соответственно такому предназначению курса выстраивается и методология изложения. Заметное внимание уделяется изложению

ключевых экспериментальных фактов и демонстрации, в историческом контексте, того, как на их основе кристаллизовались фундаментальные основы физической теории. В этом отношении курс Нольтинга занимает промежуточное положение между продвинутыми курсами общей физики (вроде курса А.Н. Матвеева) и традиционным подходом к изложению теорфизики.

Другим важным следствием ориентации первых томов «Курса теоретической физики» на студентов-младшекурсников служит его математическая самодостаточность. Автор «Курса» не предполагает у читателя этих томов никаких предварительных познаний, выходящих за пределы школьной математики, и не рассчитывает, что к моменту возникновения потребности в той или иной технике вычислений студенту уже успели ее объяснить коллеги, преподающие высшую математику. Весь необходимый инструментарий дается тут же, в форме математических интерлюдий, порой весьма объемных. Так, добрая треть первого полутома тома 1 [2] посвящена основам интегрального и дифференциального исчисления, векторному анализу, работе с матрицами и комплексными числами. Второй том («Электродинамика») начинается с понятия и свойств дельта-функции, рядов Тейлора, интегральных теорем Гаусса, Стокса, Грина, а по ходу дела знакомит читателя с важнейшими уравнениями математической физики (Лапласа, Пуассона) и различными подходами к их решению... Конечно, Нольтинг оговаривается, что не может обеспечить абсолютно строгий вывод и доказательство всех математических утверждений, но все же прикладывает усилия к тому, чтобы применяемые математические методы выглядели не только эффективно, но и, так сказать, убедительно.

Во второй части «Курса теоретической физики» необходимость в подобного рода математических вставках постепенно сходит на нет, поскольку к этому моменту (соответствующему завершению бакалавриата и/или началу магистратуры) студенты уже наверняка освоили необходимые разделы математики. В эту часть входят «Квантовая механика» (два полутома), «Статистическая физика» (изъятая из общей физики) [3] и «Теория многочастичных систем» (фактически — квантовополевая теория твердого тела). Естественно, этот материал уже не рассматривается как часть «Объединенного курса». Однако ключевые методические принципы, к которым относятся, прежде всего, концептуальная стройность и ориентация на немедленное приложение излагаемых общетеоретических положений к анализу реалистических физических ситуаций, пронизывают весь курс, от первого тома до последнего.

В аннотациях на обложке [1] «Курс теорфизики» Нольтинга уподобляют по энциклопедичности легендарному курсу Ландау и Лифшица. Это, безусловно, преувеличение. Например, в томе «Статистическая физика» [3] Нольтинг, в отличие от Ландау и Лифшица в их одноименном томе V, не касается ангармонизма и симметрии кристаллов, термодинамики плазмы и растворов, химических реакций, свойств вещества при экстремальных плотностях, поверхностных явлений... Но главное достоинство «Курса» Нольтинга как учебника для начинающих физиков состоит в ином — в его системности. Сформулировав то или иное фундаментальное положение, принцип, закон, Нольтинг последовательно, убедительно и подробно развертывает систему следствий из него. При таком подходе многие интересные вопросы остаются вне поля зрения, но зато решается более принципиальная (и более реалистическая, с учетом ограниченности учебного времени в трехгодичном бакалавриате) задача — формирование у студента цельной физической картины мира, той матрицы, в рамках которой в последующем, при изучении спецкурсов или в ходе самостоятельной исследовательской работы, он сможет решать, а главное — грамотно ставить конкретные физические проблемы.

Наконец — *last but not least*, — следует отметить еще одну особенность рассматриваемого учебника, делающую его идеально приспособленным к процессу обучения физике, основанному на систематическом и жестко контролируемом решении

большого количества задач. Около *трети каждого тома* «Курса теоретической физики» Нольтинга занимают задачи по излагаемому материалу и их решения. В решениях подробно прописаны не только исходные соображения, но и все промежуточные выкладки. То же самое, впрочем, можно сказать и про основной текст учебника — выражения типа «несложно видеть, что...» в нем встречаются редко и лишь тогда, когда видеть действительно несложно. Однако в решениях задач почти нет словесных пояснений — как будто выкладки записывались «для себя». Благодаря этому, даже если студент не пытался справиться с задачей самостоятельно, а сразу полез в решение, понимание последнего требует серьезных интеллектуальных усилий, в результате чего незаметно возникает ощущение включенности в рабочий процесс физика-теоретика, очень помогающее освоению техники и методологии физических вычислений.

В сухом остатке, описанный подход действительно позволяет начинать эффективное изучение теоретической физики с первого семестра и, как следствие, уже в бакалавриате осваивать идеологию и технику квантовой механики на уровне, соответствующем физике XXI века и современным технологиям.

Магистратура по медицинской физике занимает два года. Первый отводится под продолжение обучения «за партой», хотя и со значительно расширенной свободой выбора основных и факультативных предметов. Обязательным остается только небольшой (4 СР) курс теории вероятностей и матстатистики (или, как вариант, статметодов анализа данных). Выбор физических и приравненных к ним дисциплин очень широк по номенклатуре — более двух дюжин курсов, от астрофизики и управления проектами до этики научного знания, — но ограничен по объему (20 СР в общей сложности). Есть и еще одно ограничение: если в бакалавриате студент не сдавал/не сдал ни термодинамики, ни статистической физики, выбрать один из этих курсов ему придется. На дисциплины преимущественно медико-биологической направленности отводится вдвое больше времени (40 СР), но выбор тут победнее — клиническая медицинская физика, методы визуализации, нейроинформатика, биофизика, прикладная физика в медицине. Правда, это, скорее, не дисциплины, а направления, под зонтиком которых их организаторы могут предложить студентам целый ряд более специализированных курсов.

Второй год магистратуры посвящен исследовательской работе — ознакомлению с выбранной предметной областью, выбору темы диссертационного исследования, проведению экспериментов (моделирования, расчетов) и написанию диссертации. С учетом проведенного выше обсуждения можно полагать, что выпускник такой образовательной программы обладает и фундаментальными познаниями, и практическими навыками, достаточными для успешной профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Нольтинг В. Курс теоретической физики. Т. 1: Классическая механика. Ч. 2: Формализмы Лагранжа и Гамильтона. Пер. с нем. / В. Нольтинг. — М.: URSS: ЛЕНАНД, 2021. — 344 с.
2. Nolting W. Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik und mathematische Vorbereitungen. 11 Auflage / W. Nolting. — Berlin: Springer Spektrum, 2018. — 540 S.
3. Nolting W. Theoretical Physics 8: Statistical Physics / W. Nolting. — Cham: Springer Int. Publ, 2018. — 638 p.

References

1. Nolting V. Kues teoreticheskoy fiziki. T. 1: Klassicheskaya mekhanika. Ch. 2: Formalizmy Lagranzha i Gamil'tona. Per. s nem. M.: URSS: LENAND, 2021. — 344 p.
2. Nolting W. Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik und mathematische Vorbereitungen. 11 Auflage / W. Nolting. — Berlin: Springer Spektrum, 2018. — 540 S.

3. Nolting W. Theoretical Physics 8: Statistical Physics / W. Nolting. — Cham: Springer Int. Publ, 2018. — 638 p.

ΦCCCO-2025

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЙНИЕ СВЕТА»

Соцкова Варвара Сергеевна¹

лаборант-исследователь, sotskova.04@mail.ru

Филиппова Юлия Андреевна^{1,2}

аспирант, младший научный сотрудник, yufi26@list.ru

Наумов Андрей Витальевич^{1,3}

доктор физико-математических наук, член-корр. РАН, профессор,
a_v_naumov@mail.ru

Горбунова Юлия Германовна^{2,3}

доктор химических наук, академик, профессор, yulia.gorbunova@gmail.com

¹ Московский Педагогический Государственный Университет, 119435, Российская Федерация, Москва, Малая Пироговская ул., 1/1

² Московский Государственный Университет имени М. В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³ Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Троицкое Обособленное подразделение, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинский проспект, 53, стр. 4

⁴ Институт общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова РАН, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинский просп., 31

Аннотация

Рассмотрены межпредметные связи как важный аспект организации проектной деятельности учащихся. Внимание акцентируется на интеграции знаний из различных областей науки в рамках проекта по комбинационному рассеянию света, а также описывается проведение межпредметного проекта в рамках специальной научной смены для школьников. Межпредметный подход обогащает образовательный процесс, способствует более глубокому усвоению материала и развитию профессиональных навыков учащихся.

Ключевые слова

Проектная смена, Сириус, межпредметные связи, комбинационное рассеяние света, SERS.

INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE PROJECT ACTIVITIES OF SCHOOLCHILDREN IN THE FIELD OF «RAMAN SCATTERING»

Sotskova Varvara S.¹

laboratory researcher, sotskova.04@mail.ru

Filippova Julia A.^{1,2}

Postgraduate student, junior researcher, yufi26@list.ru

Naumov Andrey V.^{1,3}

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, a_v_naumov@mail.ru

Gorbunova Julia G.^{2,3}

Doctor of Chemical Sciences, Academician, Professor, yulia.gorbunova@gmail.com

¹ Moscow Pedagogical State University, 1/1 Malaya Pirogovskaya str., Moscow, 119435, Russian Federation

² Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

³ Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences, Department of Advanced Photonics and Sensors, 53 Leninsky Prospekt, building 4, Moscow, 119991

⁴ Russian Federation 4 Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, 31 Leninsky Prospekt, Moscow, 119991, Russian Federation

Abstract

Interdisciplinary connections are considered as an important aspect of organizing students' project activities. Attention is focused on the integration of knowledge from various fields of science within the framework of a project on combinational scattering of light, and the implementation of an interdisciplinary project within a special scientific shift for schoolchildren is described. An interdisciplinary approach enriches the educational process, promotes deeper assimilation of material and development of students' professional skills.

Keywords

Project shift, Sirius, interdisciplinary communications, raman scattering of light.

Современная система образования ставит перед преподавателями новые вызовы, среди которых — необходимость подготовки учащихся к жизни в условиях динамично меняющегося мира. Одной из ключевых задач становится формирование у школьников способности к самостоятельному приобретению и применению знаний из разных областей науки и культуры. Перед школой назначают задачи выявления и развития способностей каждого ученика, достижение им не только предметных, но и метапредметных и личностных результатов, согласно ФГОС ООО [1]. Метапредметные результаты включают освоение учащимися межпредметных понятий [2].

В школьной практике давно закрепились идеи межпредметных связей, которая зародилась в ходе поиска путей отражения единства природы. Согласно идеям М.Н. Берулавы, межпредметные связи являются первым уровнем реализации интеграции, на котором происходит актуализация знаний учащихся, их обобщение и систематизация [3].

Интегрированное обучение способствует расширению границ познания, кругозора учащихся, позволяет глубоко рассматривать изучаемые теоретические вопросы с позиций различных дисциплин и достигать нужный объем знаний.

В современной школе интеграция возможна практически между всеми предметами, но на разных этапах урока и изучения материала. В инновационной педагогической практике реализовывать принципы интеграции позволяют различные формы организации обучения, например, интегрированный школьный кружок «Минералы в космосе и на Земле», реализованный в Московском Педагогическом Государственном Университете [4].

Теоретические и прикладные аспекты проблемы первого уровня реализации интеграции широко обсуждаются не только на страницах монографий [5], сборников научных трудов, но и на страницах предметных методических журналов [6]: «Физика в школе», «Химия в школе», «Биология в школе».

Работа [5] описывает важность учета межпредметных связей при формировании знаний и умений школьников о современной науке. Рассматривается конкретный пример слияния различных дисциплин в современной науке — нанотехнологии, которые

объединяют в себе такие дисциплины как: химия, биология, экология и даже социология. А в недавней работе [7] найдена физико-математическая аналогия движения человеческой толпы на фестивале Сан-Фермин в Испании, авторы предложили стратегию на основе исследований для прогнозирования опасного поведения толпы в замкнутых пространствах.

Разработка содержания и способов интеграции и получения межпредметных знаний не так давно начинают развиваться в образовании. Для реализации идеи интеграции в школьном образовании следует найти такое содержание учебного материала, которое было бы интересным и доступным для учащихся, обладало бы существенным межпредметным потенциалом. Одним из возможных вариантов и эффективных инструментов такой интеграции выступает проектная деятельность (ПД) школьников, которая представляет неотъемлемую часть современного обучающего процесса.

Такие проектные смены проводятся в разных интерпретациях : школьные проекты, научные каникулы, при институтах, в рамках выездной смены в образовательные центры (образовательный центр «Сириус», целью которого является создание условий для самореализации одаренных детей, их профессионального роста и подготовки к будущей карьере; городской образовательный проект «Научные каникулы» - инициатива, направленная на погружение школьников в мир науки и технологий во время каникул; передовая инженерная школа (ПИШ) в Московском Государственном университете им. М. В. Ломоносова, созданная с целью подготовки специалистов нового формата в области инженерии и технологий и др.) . Помимо этого, Российская академия наук стала одним из победителей конкурса дополнительных общеразвивающих программ на 2025 год, которые будут реализованы территории Международного детского центра «Артек». В рамках этого в 2025 году планируется организация дополнительного общеразвивающей программы «300 лет РАН: фундаментальный взгляд на окружающий мир», где члены Академии и представители научных организаций будут проводить лекции и семинары для школьников.

Использование межпредметных подходов в ПД позволяет развивать у учащихся навыки решения комплексных проблем и способствует формированию целостной картины мира. Благодаря ПД школьники имеют возможность проявить нестандартные и креативные идеи к решению той или иной проблемы, развивать навыки работы в команде. Создание и воплощение какого-либо проекта «в жизнь» может послужить хорошим стимулом для начала профессиональной карьеры школьника с раннего времени. Стоит отметить, что ПД зачастую ориентирована на решение реальных проблем общества, науки и технологий, что позволяет сделать учебный процесс более значимым в настоящее время. Ученики учатся анализировать информацию и выделять из них главные тезисы, выдвигать гипотезы, проводить эксперименты и делать соответствующие выводы. По полученным результатам они защищают свои работы, что помогает школьникам не только углубить свои знания, но и развивать навыки публичных выступлений и аргументации.

Одним из преимуществ проектного метода является то, что он включает в себя различные предметные области. Например, проект по изучению физики может объединять в себе такие предметы, как биология, медицина, химия или экология. Таким образом, учащиеся видят взаимосвязь различных дисциплин, как знания из одной предметной области могут оказаться полезны и в другой области. Помимо этого, межпредметные знания способствуют формированию системного мышления. Учащиеся учатся интегрировать между собой различные научные подходы, что помогает смотреть на проблематику темы более широко и находить комплексные решения, учитывающие множество факторов [8]. Важная составляющая- это история науки и история в целом в образовании [9]. Как известно, история Нобелевских премий практически всегда

драматична. Благодаря историческим аспектам в образовательном процессе можно рассматривать выдающиеся научные школы, Академии и прочее.

В качестве примера реализации межпредметных связей ниже представлено описание идеи одного проекта, который был посвящен комбинационному рассеянию света, представляющее из себя упругое рассеяние световых волн, при котором частота падающего и рассеянного света не совпадают. Данное явление было открыто в 1928 году Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом и одновременно индийскими физиками Ч. В. Раманом и К. С. Кришнаном. Начиная с 1926 года русские ученые проводили изучение молекулярного рассеяния света в кристаллах, и стремились обнаружить расщепление линии рэлеевского рассеяния, которое обуславливается рассеянием на тепловых акустических волнах. Но неожиданно для себя ими было обнаружено комбинационное рассеяние света – появление в спектре рассеянного света спутников с частотой, превосходящей на три порядка ожидаемого эффекта [10].

На основе комбинационного рассеяния света (КРС) основан такой метод, как КР спектроскопия (рамановская спектроскопия), благодаря которой можно наблюдать неупругое рассеяние света, что позволяет идентифицировать вибрационные состояния (фононы) молекул. Мы можем получать «отпечатки», следы исследуемых молекул.

Спектры комбинационного рассеяния получают при облучении образца светом определенной длины волны. Регистрируя при этом частоту, интенсивность и формы линии спектра, можно идентифицировать структуру и состав исследуемого образца.

Однако возникает ряд трудностей, связанных с исследованиями образца с помощью КРС спектроскопии:

1. Малая интенсивность линий комбинационного рассеяния;
2. Явление флуоресценции, которая многократно интенсивнее эффекта КРС.

В 1974 году был обнаружен большой сигнал комбинационного рассеяния от молекул пиридина [11], который был нанесен на серебряные электроды с шероховатой поверхностью. Позднее данный эффект смогли объяснить усилением локального электромагнитного поля, созданного локализованными поверхностными плазмонами (плазмонным резонансом). Вследствие проведенных наблюдений феномен получил название гигантского (гиперусиленного) комбинационного рассеяния света ГКР. В англоязычной литературе его обозначают аббревиатурой SERS – surface-enhanced Raman scattering (рамановское рассеяние, усиленное поверхностными явлениями).

Усиление сигнала ГКР происходит за счет следующих основных процессов:

1. Усиление, которое происходит благодаря электромагнитным ближним полям, находящимся вблизи металлических поверхностей. В ходе этого процесса происходит возбуждение не только молекул, но и эффективное усиление сигнала от молекул.

2. Другой механизм связан непосредственно с химическим усилением: то есть модификацией электронных уровней молекул в присутствии металла [12].

Создание поверхностей, которые позволяли бы усиливать сигналы КРС различных веществ, в настоящее время остается актуальной проблемой для детектирования запрещенных веществ в крови спортсменов, а также определение токсинов и ядов в продуктах питания, водоемах. Создание наноструктурированных подложек с использованием гигантского комбинационного рассеяния света, позволяет проводить подобные исследования в различных областях науки (химия, биомедицина, криминалистика) [13]. Последние достижения науки только подтверждают необходимость межпредметного подхода [14-18], например, управление объектами с помощью внешних полей, особенно магнитных, играет важную роль в современной науке и технике, одновременно требуя межпредметных знаний и мультидисциплинарного подхода [19,20].

Проект «Сверхчувствительная сенсорика на основе эффекта гиперусиленного комбинационного рассеяния света» был впервые реализован на специальной образовательной программе, которая проходила с 30 сентября по 13 октября в рамках XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии на Федеральной территории «Сириус». Участниками данного проекта стали 6 школьников 9-11 классов из разных регионов России (Липецкая область, Москва, Нижегородская область, Краснодарский край, Красноярский край, Омская область). Особенности смены являлось то, что школьники посещали лекции выдающихся ученых совместно с участниками Менделеевского съезда, работали в тесном контакте с действующими учеными на протяжении всего времени, непосредственно своими руками выполняли экспериментальную часть, теоретические расчеты, знакомились с литературой, а также имели возможность прямо в лаборатории пообщаться с Нобелевским лауреатом за 2011 год по химии – Дэном Шехмантом.

При подготовке к занятиям и планировании смены учитывалось, что большинство участников проекта имеют опыт проектной деятельности, а также являются призерами Перечневых олимпиад. Работа с ними проводилась на высоком уровне, поскольку изначально школьники обладали достаточной мотивацией, проявляли заинтересованность и были хорошо подготовлены по многим разделам, рассматриваемым в рамках проекта.

Проект направлен на изучение основ спектроскопии, изучающей взаимодействие света с веществом, и её приложений для сверхчувствительной аналитики и сенсорики. Экспериментальные исследования были направлены на: создание SERS-подложек, снятие спектра аналита родамина 6G, обработка полученных экспериментальных данных. В ходе проекта было выявлено оптимальное время осаждения металла в поры, при котором происходит максимальное усиление сигнала. Для модельной молекулы родамина 6G были получены спектры КР и ГКР на наноструктурированных поверхностях [13].

При выполнении такого проекта задействованы основные межпредметные связи: связь физики и химии, как основа для понимания оптических явлений, внутренних взаимодействий света с молекулами, объяснение механизмов действия КРС; связь математики и информатики для моделирования процессов, теоретических расчетов, обработки полученных экспериментальных данных; связь медицины и биологии, в частности применительно к идентификации низко-концентрированных веществ в растворах, поскольку многие важные биомаркеры, токсичные соединения или лекарственные препараты присутствуют в образцах в очень небольших количествах.

Таким образом, интеграция знаний из разных дисциплин способствует созданию новых идей и подходов, поскольку современные научные проблемы носят комплексный характер и требуют знаний из разных областей науки. Работа над такими междисциплинарными проектами развивает у школьников и юных ученых способность мыслить критически. Межпредметные связи позволяют развивать у школьников исследовательские навыки, формируют качества, необходимые для достижения успеха в будущей профессиональной деятельности. Межпредметный подход играет ключевую роль в развитии науки, улучшении образования и решении современных глобальных проблем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации «Физика наноструктурированных материалов и высокочувствительная сенсорика: синтез, фундаментальные исследования и приложения в фотонике, науках о жизни, квантовых и нанотехнологиях» (тема № 124031100005-5).

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 25.02.2025).
2. Ухабина Е. А. Междисциплинарные связи математики и физики / Е. А. Ухабина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 18 (465). — С. 253-255. — URL: <https://moluch.ru/archive/465/102207/> (дата обращения: 25.02.2025).
3. Берулава М. Н.. Интеграция содержания общего и профессионального образования в профтехучилищах. Теоретико-методологический аспект. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 222 с.
4. Филиппова Ю. А. и др. Реализация междисциплинарных связей при обучении физике в школе на основе изучения минералов //Актуальные проблемы теории и практики обучения физико-математическим и техническим дисциплинам в современном образовательном пространстве. – 2020. – С. 238-241/
5. Формирование представлений школьников о современной науке и технике: Монография / О. В. Бабурова, И. В. Разумовская, Б. Н. Фролов, Н. В. Шаронова; под ред. Н. В. Шароновой. – М.:Прометей, 2018. – 222с.
6. Дубицкая Л. В. Методическая система подготовки учителя к реализации педагогической интеграции в естественнонаучном образовании учащихся средней школы: дис: канд. пед. наук: 13.00.02/ Л. В. Дубицкая; науч. рук. Н. С. Пурышева; МПГУ — Москва.,2016. — 398 л.
7. Gu F. et al. Emergence of collective oscillations in massive human crowds //Nature. – 2025. – Т. 638. – №. 8049. – С. 112-119.
8. Орешко С. А. МЕЖПРЕДМЕТНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УЧАЩИХСЯ / С. А. Орешко, М. Н. Орешко; Инновационная наука. 2024. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpredmetnaya-integratsiya-proektnoy-deyatelnosti-sredstvo-povysheniya-tvorcheskogo-potentsiala-uchaschihsya> (дата обращения: 21.02.2025).]
9. Корнева И. П. Основы построения информационного пространства в историко-педагогических исследованиях: на примере физики //Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. Психолого-педагогические науки. – 2025. – №. 4 (70). – С. 183-186.
10. Ландсберг Г. С. Новое явление при рассеянии света (предварительное сообщение) /Г. С. Ландсберг, Л. И. Мандельштам //Журнал Русского физ.-хим. об-ва. – 1928. – Т. 60. – №. 4. – С. 335-338
11. Fleischmann M., Hendra P. J., McQuillan A. J. Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode //Chemical physics letters. – 1974. – Т. 26. – №. 2. – С. 163-166
12. Langer J. et al. Present and future of surface-enhanced Raman scattering //ACS nano. – 2019. – Т. 14. – №. 1. – С. 28-117.]
13. Сверхчувствительная сенсорика на основе эффекта гиперусиленного комбинационного рассеяния света / Ю. А. Филиппова, В. С. Соцкова, А. И. Аржанов, А. В. Залыгин, А. В. Наумов // Изд-во «ФЭН» АН РТ. - 2024. - с. 136-140.
14. Ultrasensitive Optical Fingerprinting of Biorelevant Molecules by Means of SERS-Mapping on Nanostructured Metasurfaces. *Biosensors*/ Kozhina E.; Bedin S.; Martynov A.; Andreev S.; Piryazev A.; Grigoriev Y.; Gorbunova Y.; Naumov A. // **2023**, С. 13, 46.
15. Naumov A. V. et al. Moments of single-molecule spectra in low-temperature glasses: Measurements and model calculations //The Journal of chemical physics. – 2002. – Т. 116. – №. 18. – С. 8132-8138.
16. Naumov A. V. Photonics: Refinement Technique //Photonics Russia. – 2024. – Т. 18. – №. 8. – С. 592-597.
17. Степанов М. Е. и др. Пролитывая свет на ДНК-оригами //ФОТОНИКА Учредители: АО" Рекламно-издательский центр" Техносфера". – 2024. – Т. 18. – №. 1. – С. 72-80.
18. Ковалец Н. П. и др. Гигантское комбинационное рассеяние света как способ инспекции дефектов и трещин металлических покрытий диэлектрических материалов //Фотоника Учредители: АО" Рекламно-издательский центр" Техносфера". – 2023. – Т. 17. – №. 8. – С. 620-621.
19. Filippova Y. A. et al. FeNi nanowires as a promising filler for magnetic sensitive gel //Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2023. – Т. 87. – №. 10. – С. 1483-1487.
20. Filippova Y. A. Orientational Relaxation of Ferromagnetic Anisotropic Colloidal Particles in a Magnetic Fluid / Filippova Y. A., Yakusheva O. A., Papugaeva A. V //Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2024. – Т. 88. – №. 12. – С. 2002-2007.

References

1. Federal State educational standard of basic general education. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (date of access: 02/25/2025).
2. Ukhabin E. A. Interdisciplinary relations of mathematics and physics / E. A. Ukhabin. — Text : direct // Young scientist. — 2023. — № 18 (465). — Pp. 253-255. — URL: <https://moluch.ru/archive/465/102207/> (date of access: 02/25/2025).

3. Berulava M. N.. Integration of the content of general and vocational education in vocational schools. Theoretical and methodological aspect. Tomsk: Publishing House Vol. University, 1988. – 222 p.
4. Filippova Yu. A. and others. Implementation of interdisciplinary connections in teaching physics at school based on the study of minerals //Actual problems of theory and practice of teaching physical, mathematical and technical disciplines in the modern educational space. - 2020. – pp. 238-241/
5. Formation of schoolchildren's ideas about modern science and technology: A monograph / O. V. Baburova, I. V. Razumovskaya, B. N. Frolov, N. V. Sharonova; edited by N. V. Sharonova. Moscow: Prometey, 2018. – 222s.
6. Dubitskaya L. V. Methodological system of teacher training for the implementation of pedagogical integration in the natural science education of secondary school students: dis: candidate of pedagogical Sciences: 13.00.02/ L. V. Dubitskaya; scientific supervisor N. S. Puryшева; MPGU — Moscow, 2016. — 398 1
7. Gu F. et al. Emergence of collective oscillations in massive human crowds //Nature. – 2025. – T. 638. – №. 8049. – C. 112-119.
8. Oreshko S. A. INTERDISCIPLINARY INTEGRATION OF PROJECT ACTIVITY AS A MEANS OF INCREASING THE CREATIVE POTENTIAL OF STUDENTS / S. A. Oreshko, M. N. Oreshko; Innovative science. 2024. No.3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpredmetnaya-integratsiya-proektnoy-deyatelnosti-sredstvo-povysheniya-tvorcheskogo-potentsiala-uchaschihsya> (date of request: 02/21/2025).]
9. Korneva I. P. Fundamentals of information space construction in historical and pedagogical research: on the example of physics //Proceedings of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet. Psychological and pedagogical sciences. – 2025. – №. 4 (70). – Pp. 183-186.
10. Landsberg G. S. A new phenomenon in light scattering (preliminary report) /G. S. Landsberg, L. I. Mandelstam //Journal of Russian Physics and Chemistry. the region. – 1928. – Vol. 60. – No. 4. – pp. 335-338
11. Fleischmann M., Hendra P. J., McQuillan A. J. Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode //Chemical physics letters. – 1974. – T. 26. – №. 2. – C. 163-166
12. Langer J. et al. Present and future of surface-enhanced Raman scattering //ACS nano. – 2019. – T. 14. – №. 1. – C. 28-117.]
13. Basing the Lights on the comical hypersensitive hyper-enhanced sensory effect of Russia / N. A. Filippov, V. S. Sotskova, A. God. Arzhanov, A. V. Zalygin, A. V. Naumov // This is decreasing-the root of "FE" r. - 2024. - pp. 136-140.
14. Ultrasensitive Optical Fingerprinting of Biorelevant Molecules by Means of SERS-Mapping on Nanostructured Metasurfaces. *Biosensors*/ Kozhina E.; Bedin S.; Martynov A.; Andreev S.; Piryazev A.; Grigoriev Y.; Gorbunova Y.; Naumov A. // 2023, C. 13, 46.
15. Naumov A. V. et al. Moments of single-molecule spectra in low-temperature glasses: Measurements and model calculations //The Journal of chemical physics. – 2002. – T. 116. – №. 18. – C. 8132-8138.
16. Naumov A. V. Photonics: Refinement Technique //Photonics Russia. – 2024. – T. 18. – №. 8. – C. 592-597. Stepanov M. E. and others. Shedding light on DNA origami //PHOTONICS Founders: JSC "Advertising and Publishing Center "Technosphere". – 2024. – Vol. 18. – No. 1. – pp. 72-80.
17. Stepanov M. E. i dr. Prolivaya svet na DNK-origami //FOTONIKA Uchrediteli: AO " Reklamno-izdatel'skij centr" Tekhnosfera". – 2024. – T. 18. – №. 1. – S. 72-80.
18. Kovalets N. P. et al. Giant Raman scattering of light as a method of inspection of defects and cracks in metal coatings of dielectric materials //Photonics Founders: JSC "Advertising and Publishing Center "Technosphere". – 2023. – Vol. 17. – No. 8. – pp. 620-621.
19. Filippova Y. A. et al. FeNi nanowires as a promising filler for magnetic sensitive gel //Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2023. – T. 87. – №. 10. – C. 1483-1487.
20. Filippova Y. A. Orientational Relaxation of Ferromagnetic Anisotropic Colloidal Particles in a Magnetic Fluid / Filippova Y. A., Yakusheva O. A., Papugaeva A. V //Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2024. – T. 88. – №. 12. – C. 2002-2007.

ИНЖЕНЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ ДЛЯ БУДУЩИХ АВИАТОРОВ

Старцев Юрий Кузьмич

startsevyuk@yahoo.com startsevyk@spbguga.ru

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени главного маршала авиации А.А. Новикова. 196210 Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38

Аннотация

Приведен краткий анализ состояния преподавания физики для диспетчеров гражданской авиации. Отмечено сокращение часов по этому предмету, сопровождающееся сокращением численности преподавателей кафедры, сокращен и лабораторный практикум студентов. На кафедре, не выпускающей специалистов, трудно организовать научную работу преподавателей и студентов. Учебники по общему курсу физики требуют переработки не столько по причине отставания от развития и углубления наших представлений об устройстве мира, но и потому, что в них нет связей с авиационной отраслью. Придавая большое значение развитию искусственного интеллекта, нужно помнить о важности инженерного образования специалистов гражданской авиации.

Ключевые слова

Авиационно-ориентированные детали в курсе общей физики, новых конструкторские решений летательных аппаратов, углы и амплитуды колебаний груза на внешней подвеске, мост Уитстона в авиационных приборах, интерференционный и дифракционный спектры, отражение и поглощение радиолокационных сигналов.

ENGINEERING-ORIENTED APPROACH IN TEACHING PHYSICS FOR FUTURE AVIATORS

Startsev Yurii K.

startsevyuk@yahoo.com startsevyk@spbguga.ru

St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Air Chief Marshal A.A. Novikov (St. Petersburg)

Abstract

A brief analysis of the state of teaching physics for civil aviation controllers is given. A reduction in hours in this subject was noted, accompanied by a reduction in the number of teachers of the department, and the laboratory workshop of students was also reduced. At a department that does not graduate specialists, it is difficult to organize the scientific work of teachers and students. Textbooks on the general course of physics require revision not so much because they lag behind the development and deepening of our ideas about the structure of the world, but also because they have no connections with the aviation industry. Attaching great importance to the development of artificial intelligence, it is necessary to remember the importance of engineering education of civil aviation specialists.

Keywords

Aircraft-oriented parts in the course of general physics, new design solutions for aircraft, angles and amplitudes of cargo oscillations on an external sling, Wheatstone bridge in aviation instruments, interference and diffraction spectra, reflection and absorption of radar signals.

Привитое предыдущими поколениями преподавателей, учивших пилотов летать, а диспетчеров управлять воздушным движением, отношение к дисциплине «Физика» как к почти ненужному, второстепенному, к сожалению, продолжает проявляться в новых и новейших РПД. Действующие ныне сотрудники кафедры стараются в каждой теме обязательного для высшей школы курса физики находить авиационно-ориентированные детали.

В каждом новом учебном году планируется все меньшее и меньшее число часов для выполнения студентами лабораторных работ. Невзирая на окружающие будущих авиаторов все новые и новейшие приборы, устройства, системы контроля, управления и связи, основанные, в конечном счете, на достижениях и открытиях в области физики и техники, число часов, отводимых на обучение физике, неуклонно снижается. Это приводит к сокращению штатов кафедры, и имеющегося арсенала оборудования для выполнения хотя бы простых лабораторных работ, сопровождаемых самыми начальными сведениями по простейшей обработке получаемых результатов измерений.

Уменьшение числа ставок на кафедре как за счет убыли числа преподавателей, имеющих склонность и опыт инженерных изысканий, сказалось и на смещении тематических акцентов в изложении курса физики. Так, за крайние полтора десятка лет наша кафедра утратила скромные начала разработки новых конструкторских решений новых летательных аппаратов [1], более экономичных и удобных в обслуживании экипажем, чем занимался один из наших доцентов... К этому же периоду времени относится и расширение темы «Механические свойства упругих тел» введением представлений о временной зависимости деформации нагруженного узла и ползучести подобных элементов авиационных конструкций при повторно-статическом нагружении [2], а также практически полном прекращении теоретико-экспериментальной работы по определению углов и амплитуд колебания массивной внешней подвески груза, подвешенного на гибком тросе к совершающему маневр вертолету [3]... Последнее особенно огорчает тем, что у сотрудников кафедры практически нет условий для занятий чем-то иным, кроме преподавания курса физики в соответствии с расписанием занятий на кафедре, не выпускающей каких-нибудь специалистов. Так что и эта работа нашего доцента [3], не воспитавшего ученика, остановилась с его уходом...

Изучение в разделе «Электричество и магнетизм» принципа работы моста Уитстона нашло отражение в том, что его использование авиации не ограничивается измерением температуры в разных точках летательного аппарата термометром сопротивления и переводом её в электрический сигнал, но и в авиационных приборах гражданской авиации. Начиная с первых лет применения летательных аппаратов этот мост был использован для вывода на индикатор мгновенных углов крена и тангажа. Разумеется, этими приведенными приложениями моста Уитстона его применения не исчерпываются: они многократно расширяются, когда для питания моста применяется переменное напряжение в широком диапазоне частот, включающем те области, в которых аномальная дисперсия сменяется на нормальную и наоборот. А это уже поясняется в следующем разделе курса: «Оптика»!

Раздел «Оптика», изложенный практически во всех известных общих курсах физики лишь как оптические явления, связанные с диапазоном длин волн электромагнитных колебаний, видимых глазом человека. Понятно, что для наших специалистов, в особенности для диспетчеров, эта очень узкая область видимых человеком электромагнитных волн, важна лишь математическим аппаратом. Последний используется для того, чтобы понять, где именно на экране появятся максимумы, а где минимумы интенсивности света, а также как именно разложатся в спектр интерференционный и дифракционный спектры при освещении тонкой пленки или

клина и гребня типа расчески некогерентный свет. Краевые дифракционные волны, возникающие вблизи острых изломов на поверхности тел, отражающих свет, являются постоянным объектом исследования с тех пор, как в XVI веке итальянский ученый Гримальди открыл явление дифракции. В настоящее время изучение краевых волн продолжает стимулироваться разнообразными практическими задачами, которые возникают при разработках антенн, радаров, систем мобильной радиосвязи и для разработки так называемой стелс-технологии с низкой радиолокационной видимостью, известная как «физическая теория дифракции» [5].

Здесь же, в разделе «Оптика», забегаю вперед, еще до специальных курсов, предусмотренных РПД, с которыми знакомство студентов произойдет через 2-3 семестра, вполне уместно привести историческую справку о первых опытах радиолокации в нашей стране: западные специалисты теперь пишут: «Советские ученые успешно разработали теорию радара за несколько лет до того, как радар был изобретен в Англии».

Первый отечественный радиолокатор появился в январе 1934 года, то есть за год до своего английского «собрата», изобретенного шотландским радиофизиком Национальной физической лаборатории Робертом Уотсон-Уаттом, – потомком изобретателя паровой машины Джеймса Уатта, и получившего название радар, от английского Radio Detection and Ranging – радиобнаружение и измерение дальности...

Этим переработка раздела «Оптика», на наш взгляд, не будет исчерпана, она только начнется с вышеизложенного! Фундаментальный вклад в теорию дифракции и рассеяния электромагнитных волн, отмеченный выше, его связь с особенностями отражения и поглощения радиолокационных сигналов, мог бы быть более весомым, если бы скромное оборудование нашей кафедры удавалось поддерживать на рабочем уровне для проведения лабораторных работ.

Уместно поделиться опытом автора, накопленным еще во времена его чисто научной работы, оказавшейся на деле заделом преподавательской работы в XXI веке! Мои многочисленные перелеты как пассажира дали несколько удачных примеров наблюдения трещин серебра в иллюминаторах пассажирского салона. Их наблюдение упрощается, если, сидя в пассажирском салоне на солнечной стороне самолета, совершающего полет на высоте более 7 – 8 тысяч метров, заглянуть в иллюминатор предыдущего ряда под очень малым углом к поверхности остекления. Если вам повезёт, вы увидите эти трещины, как тонкие, ослепительно сверкающие проволочки в поверхностном слое органического стекла (полиметилметакрилата).

Причина их появления проста: когда давление на борту значительно больше забортного, давление заставляет стекло иллюминатора деформироваться, выпучиваться и во внешних его слоях появляются напряжения растяжения, устойчивость к которым у такого стекла невелика. Приземление борта снимает некоторую часть напряжения, но за счет пластической деформации материала остекления небольшая часть деформации остается, чтобы в следующем полете еще накопить необратимую деформацию течения. После нескольких десятков полетов накопленные напряжения превышают прочность стекла на разрыв, что и проявляется появлением микротрещин, плохо видимыми в других условиях освещения.

Подтвердить начавшийся процесс выращивания микротрещин позволяет исследование элемента остекления в скрещенных поляризаторе и анализаторе, т. е. оптически однородное стекло становится неоднородным: показатель преломления такого материала становится зависящим от координат точки просмотра. Так удачно все сложилось, что даже если в остеклении пассажирского салона и появится трещина и произойдет разгерметизация, у экипажа, обнаружившего падение давления в салоне, будет достаточно времени, чтобы снизить высоту полета, занять другой эшелон...

Занявшись решением многих задач, связанных с упрочнением стекла для транспортных средств, автор много лет занимался моделированием и временным изменением свойств оксидных стекол, которое к началу XXI века поменяло ориентацию на старение мониторинговых стекол. Программирование практически на всех языках и ЭВМ, доступных в то время, убедило меня в том, что машинная логика и мозг человека очень отличаются при принятии решения, которое ожидал записавший условные переходы программист. В особенности ярко это различие проявилось при разработке программного обеспечения для автоматизированных установок Института химии силикатов АН СССР и РАН, измерявших температурно-временные зависимости физико-механических и электрических свойств стекол и создавших высокий рейтинг Институту на мировом уровне, о чем свидетельствовал поток заявок на выполнение исследований от университетов, компаний и фирм многих стран мира...

Современное направление управления воздушным движением, осложнившее работу диспетчеров, называемое по принятому сейчас русангле, джамминг и спуфинг GPS (<https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/834418/>), означающие глушение и подделку, заставляют совершенствоваться средства радиотехнической и навигационной безопасности. Так, в сентябре 2023 года один из рейсов Embraer в Дубай едва не вошёл в воздушное пространство Ирана, прежде чем пилоты поняли, что самолёт следует ложному сигналу GPS. В октябре 2023 года Израиль официально заявил об ограничении работы GPS в регионе, и предупредил пилотов, чтобы они не полагались на спутниковые навигационные системы при посадке. В 2019 году аналитическая группа C4ADS задокументировала спуфинг GPS на территории Сирии. В их отчёте также упоминается практика GPS-спуфинга при сопровождении высокопоставленных лиц на территории Крыма. Помехи (джамминг) — обычное дело в зонах конфликтов. Подмена сигнала до недавнего времени была редкостью. Рост интенсивности и изощрённости радиопомех поражает воображение. Компания Airbus в 2022 году зафиксировала почти 50 тыс. случаев помех на своих самолётах, что в четыре с лишним раза больше, чем годом ранее. По мнению экспертов, спуфинг выявил фундаментальный недостаток в авиационной электронике, которая изначально была основана на идее, что сигналам GPS можно доверять, но и они нуждаются в проверке. Практика показывает, что внешнее воздействие на принимаемый транспортным средством сигнал может исказить результат определения координат!.. Что бы ни показывал спутниковый сигнал, требуется аппаратура проверки и внесения коррекции!

Это открывает широкий спектр новых тем исследований в области особенностей отражения и поляризации электромагнитного поля радиолокационных средств для студентов-диспетчеров, обучаемых нами общей физике по курсам и учебникам, подготовленным ещё до широкого распространения лазеров, волоконно-оптических линий связи, градиентной оптики и переходу от электроники к фотонике.

Следующим замечанием рискую навлечь на себя огонь критики коллег, но не торопитесь, пожалуйста! Твердо уверен, что существующий сейчас акцент на внедрение и развитие «технологии» искусственного интеллекта (то, с чем связывают аббревиатуру ИИ) столь же ошибочен, какими были в недавнем прошлом призывы в подготовке системой образования не инженеров, а лишь менеджеров, юристов, экономистов...

Будущее вне всяких сомнений — за инженерами! Без них ничего не заработает, не полетит, и не вырастет в чистом поле из ничего. В некотором смысле соглашусь с руководством Сколково, что современным инженерам не нужен сопромат, доставлявший так много неприятных моментов будущим инженерам. Им нужна отрасль науки о материалах, появившаяся и развившаяся на его основе наука РЕОЛОГИЯ: поведение материалов во времени, определяемое характером релаксационных процессов в материалах, запоминающих все наши с ним упражнения в виде термообработки,

воздействии механических и иных полей, вызывающих старение материалов во всех инженерных конструкциях...

Список литературы

1. Гусев В. Г. Оптимизация разгрузки крыла среднемагистрального пассажирского самолёта : Вестн. Моск. авиац. инст. 2016. Т. 23. №1. С. 19-28.
2. Гусев В. Г. Ползучесть элементов авиационных конструкций при повторно-статическом нагружении : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.211 / В. Г. Гусев; Рижск. ин-т инж. гражд. авиации им. Ленинского комсомола. - Рига, 1974. - 18 с.
3. Павлов С. С. Колебания груза при его транспортировке на внешней подвеске вертолета // С. С. Павлов; под ред. В. И. Арбузова; Минтранс России, ФГОУ ВПО "Санкт-Петербургский гос. ун-т гражданской авиации". – СПб ГУ ГА, 2008. - 167 с.
4. Старцев Ю. К. Некоторые проблемы безопасности и здоровья пассажиров при использовании светодиодного освещения в салонах ЛА и на рабочих местах диспетчеров и экипажа // Вестник СПб ГУ ГА. 2019, № 1(22), с. 115-132. idem. Задачи науки и технологии повышения прочности остекления самолёта // 14 Межд. конф. «Авиация и космонавтика-2015», МАИ, Москва, 2015. С. 495-497 (из 520 стр.). idem. Изменения свойств поверхностных слоёв стекла, обработанного в расплаве соли // Физико- химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. Межвуз. сб. научн. тр. Тверь. 2015. № 7. С. 479 – 493 (из 588 с.). idem. Безопасность полётов и прочность остекления летательных аппаратов. Абразивное воздействие, изменяющее прочность / Вестник СПб ГУ ГА. 2015. № 2 (9). С. 83-103. idem. Ю. К. Старцев, А. М. Бутаев, Т. С. Титова. Конструкционная оптика транспортных средств // Изд. ФГБОУ ВПО ПГУПС. СПб.: 2014. 175 с. ISBN 978-5-7641-0721-9.
5. Уфимцев П. Я. Метод краевых волн в физической теории дифракции // М: изд. «Советское радио». 1962. idem. Теория дифракционных краевых волн в электродинамике / П. Я. Уфимцев; Пер. с англ.—М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.-366 с.: с илл. ISBN 978-5-94774-621-1 (русс.) ISBN 0-9657001-7-8 (англ.)

References

1. Gusev V. G. Optimization of Wing Unloading of a Medium-Range Passenger Aircraft: Vestn. Moscow Aviation Inst. 2016. Vol. 23. №1. Pp. 19-28.
2. Gusev V. G. Creep of Elements of Aviation Structures in Repeated Static Loading. dis. ... Cand. Tech. Nauk: 05.211 / V. G. Gusev; Riga. Inst. Ing. Grazhd. aviation named after Lenin' Komsomol. – Riga. 1974. - 18 p.
3. Pavlov S. S. Oscillations of cargo during its transportation on the external sling of a helicopter / S. S. Pavlov; ed. by V. I. Arbuzov; Ministry of Transport of Russia, St. Petersburg State University of Civil Aviation. – St. Petersburg State University CA, 2008. - 167 p.
4. Startsev Yu. K. Some Problems of Safety and Health of Passengers in the Use of LED Lighting in Aircraft Salons and at the Workplaces of Dispatchers and Crew / Bulletin of St. Petersburg State University of Civil Aviation. 2019, No 1(22), pp. 115-132. idem. Tasks of science and technology to increase the strength of aircraft glazing / 14 Int. Conf. "Aviation and Cosmonautics-2015", MAI, Moscow, 2015. Pp. 495-497. idem. Changes in the properties of the surface layers of glass processed in molten salt / Physicochemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials. Mezhvuz. sb. nauchn. Tr. Tver. 2015. № 7. Pp. 479 – 493. idem. Flight safety and strength of aircraft glazing. Abrasive Action, Changing Strength / Bulletin of S-Petersburg State University of Civil Aviation. 2015. № 2 (9). P. 83-103. idem. Y. K. Startsev, A. M. Butaev, T. S. Titova. Konstruktsionnaya optics of vehicles. FSBEI HPE PGUPS. St. Petersburg, 2014. 175 p. (In Russian)
5. Ufimtsev P. Y. The Method of Edge Waves in the Physical Theory of Diffraction // M: ed. "Soviet Radio". 1962. idem. Theory of Diffraction Edge Waves in Electrodynamics / P. Y. Ufimtsev; Lane. Moscow: BINOM. Lab/ of Knowledge, 2007.-366 p. ISBN 978-5-94774-621-1 (Russian) ISBN 0-9657001-7-8