

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья
УДК 372.853
<https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-4-62-71>

СТИМУЛИРОВАНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В КОЛЛЕДЖЕ ИНФОРМАТИКИ

Петр Васильевич Пипич

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия, pipich@ngs.ru

Аннотация

Для эффективного применения информационных технологий в технике необходимо знание физики, которая является теоретической основой технических наук. Ввиду объективной сложности физики и падения интереса к ее изучению необходимо искать новые подходы к преподаванию данной дисциплины. Применение систем компьютерной математики снимает ряд математических трудностей и расширяется круг изучаемых вопросов. Приведены примеры решения физических задач с помощью математического пакета MathCAD. С помощью специальных программ можно превратить компьютер в измерительный комплекс, на базе которого создан оригинальный физический практикум. Студенты, используя этот комплекс, могут экспериментально изучить физические явления в электронных схемах в домашних условиях во время пандемии. Биографии выдающихся ученых могут стимулировать интерес к физике ввиду психологических особенностей молодежной аудитории. Астрономия дает много поводов для применения физических законов и вследствие большого интереса к проблемам строения и эволюции Вселенной может быть мостиком к физике. Представленный материал был апробирован на лекционных и семинарских занятиях в Высшем колледже информатики Новосибирского государственного университета.

Ключевые слова: системы компьютерной математики, измерительный комплекс на базе компьютера, биографические данные физиков, астрономия

Для цитирования: Пипич П. В. Стимулирование изучения физики в колледже информатики // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2022. Вып. 4 (44). С. 62–71. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-4-62-71>

SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION

Original article

STIMULATION OF THE STUDY OF PHYSICS IN THE COLLEGE OF COMPUTER SCIENCE

Petr V. Pipich

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation, pipich@ngs.ru

Abstract

For the effective application of information technology in engineering, knowledge of physics is necessary, which is the theoretical basis of technical sciences. Due to the objective complexity of

physics and the recent decline in interest in its study, it is necessary to look for new approaches to its teaching. The use of computer mathematics systems removes a number of mathematical difficulties and expands the range of issues studied. Examples of solving physical problems using the MathCAD mathematical package are given. With the help of special programs, you can turn a computer into a measuring complex, on the basis of which an original physical workshop was created. Students using this complex can experimentally study physical phenomena in electronic circuits at home during a pandemic. Biographies of outstanding scientists can stimulate interest in physics due to the psychological characteristics of the youth audience. Astronomy gives many reasons for the application of physical laws, and, due to the great interest in the problems of the structure and evolution of the Universe, it can be a bridge to physics. The presented material was tested at lectures and seminars at the Higher College of Computer Science of Novosibirsk State University. Motivated students positively assessed the innovations and actively assimilate new knowledge.

Keywords: *computer mathematics systems, computer-based measuring complex, biographical data of physicists, astronomy*

For citation: Pipich P. V. Stimulation of the study of physics in the College of Computer Science [Stimulirovaniye izucheniya fiziki v kolledzhe informatiki]. *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye – Pedagogical Review*, 2022, vol. 4 (44), pp. 62–71. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-4-62-71>

Курс физики в колледже информатики имеет большое значение для формирования будущих специалистов в области информационных технологий. Физика является теоретическим фундаментом технических наук. Поэтому знание физики необходимо для быстрого вхождения в круг вопросов, связанных с применением информационных технологий в автомобилестроении, робототехнике, авиации, электронике и т. д. и последующей эффективной работы в выбранной области. Кроме того, физика является основой научного мировоззрения и рационального отношения к действительности.

Вместе с тем физика объективно трудная наука. Физические законы скрыты от глаз созерцателя и для их постижения требуются утонченные математические методы и незаурядная фантазия. «Господь изощрен, но не злонамерен», – писал А. Эйнштейн. Необходимо также учитывать, что по ряду причин в настоящее время четко обозначилось падение интереса к изучению физики (и не только). Все это ставит перед преподавателем физики сложные задачи. Один из путей для достижения положительного результата состоит в изменении и дополнении излагаемого материала. Имеется в виду широкое применение компьютерных методов решения задач, домашних опытов, иллюстраций астрономических применений физических законов и более подробное освещение биографических данных об известных физиках.

Интерес к предмету в значительной степени определяется тем, насколько полученные знания позволяют решать различные задачи. В этом смысле физика находится в невыгодном положении. На пути применения изученных формул есть существенное препятствие – для решения многих физических задач необходимо серьезное знание математики, в частности требуется хорошо владеть методами вычисления интегралов и решения дифференциальных уравнений. Да и те, кто располагает необходимыми навыками, знают, что большая часть интегралов не выражается через известные функции, а лишь небольшая часть дифференциальных уравнений имеет решение в аналитическом виде. Положение можно исправить, применяя более универсальные численные методы. В настоящее время математические пакеты, в которых есть необходимые методы численного решения дифференциальных уравнений и численного вычисления интегралов, широко используются на практике. Пользователю необходимо понимать, что такое интеграл и дифференциальное уравнение, и уметь их записать. Одной из самых популярных систем компьютерной математики является MathCAD, в которой математические выражения записываются в максимально естественном виде.

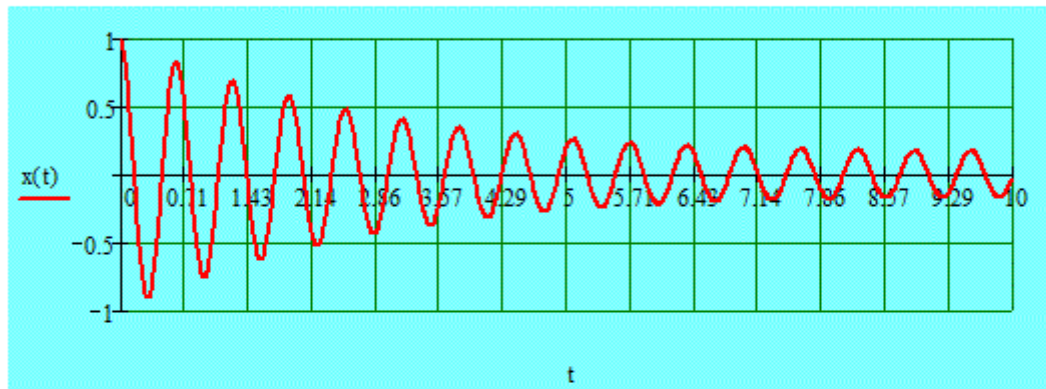
Вычисление доли молекул, скорости которых лежат в интервале 200, 500 м/с, при температуре T=300 К.

$T := 300$
 $k := 1.38 \cdot 10^{-23}$
 $m := 28 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}$

$$4 \cdot \pi \cdot \left(\frac{m}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot T} \right)^{\frac{3}{2}} \int_{200}^{500} e^{\frac{-m \cdot v^2}{2 \cdot k \cdot T}} \cdot v^2 \cdot dv = 0.508$$

$\gamma := 0.3$ $\omega := 10$ Решение дифференциального уравнения затухающих колебаний

Given $\frac{d^2}{dt^2}x(t) + 2 \cdot \gamma \cdot \frac{d}{dt}x(t) + \omega^2 \cdot x(t) = \cos(\omega \cdot t)$ $x(0) = 1$ $x'(0) = 0$ $x := \text{Odesolve}(t, 10)$



Нахождение токов в электрической цепи с помощью законов Кирхгофа

$E1 := 12$ $E2 := 24$ $E3 := 8$ $R1 := 4$
 $R2 := 6$ $R3 := 12$ $R4 := 8$ $R5 := 6$

Given

$I1 + I2 = I3$

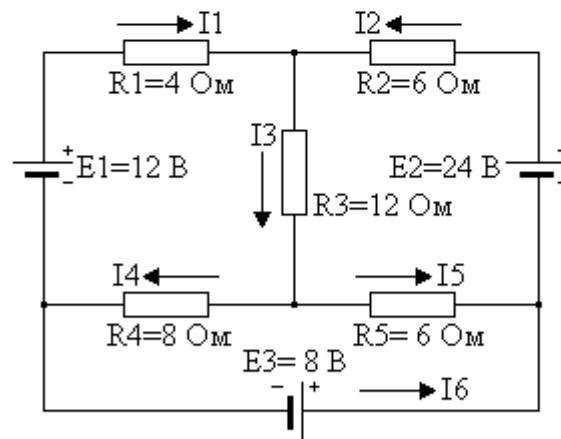
$I5 + I6 = I2$

$I4 - I6 = I1$

$I1 \cdot R1 + I3 \cdot R3 + I4 \cdot R4 = E1$

$I2 \cdot R2 + I3 \cdot R3 + I5 \cdot R5 = E2$

$I4 \cdot R4 - I5 \cdot R5 = E3$



Find(I1, I2, I3, I4, I5, I6) →

$$\begin{pmatrix} -1.4807692307692307692 \\ 2.3461538461538461538 \\ .86538461538461538462 \\ .94230769230769230769 \\ -.76923076923076923077e-1 \\ 2.4230769230769230769 \end{pmatrix}$$

Решение трансцендентного уравнения $ze^z - 5(e^z - 1) = 0$, возникающего при выводе закона смещения Вина.

$\text{root}[z \cdot e^z - 5 \cdot (e^z - 1), z, 4, 5] = 4.965$

Рис. 1. Примеры вычислений в MathCAD

Имея в руках такой мощный инструмент, как MathCAD, можно решать большое число интересных физических задач [1–3]. На рис. 1 представлены образцы вычисления интеграла при использовании распределения Максвелла, решения дифференциального уравнения затухающих колебаний, решения системы линейных уравнений, возникающих при расчете электрической цепи по прави-

лам Кирхгофа, численного решения нелинейного уравнения полученного при выводе закона смещения Вина. MathCAD имеет низкий порог вхождения, формулы записываются в естественном виде, к которому учащиеся привыкли при изучении математики, и его можно использовать также просто как калькулятор, не превращая семинары по физике в уроки программирования. Следует заметить, что последние версии под названием MathCAD Prime имеют интерфейс, отличный от MathCAD 13, 14, 15, но эти отличия, хотя и заметные, не являются принципиальными. Поэтому примеры, почерпнутые в богатой литературе по предыдущим версиям, можно воспроизвести на современной основе.

На рис. 2 представлено решение задачи о движении протона в магнитном поле двух прямолинейных проводников. Поставленная задача предполагает знание второго закона Ньютона и формулы для вычисления магнитного поля, создаваемого током, текущим по прямолинейному проводнику. Полученная система дифференциальных уравнений не имеет аналитического решения, но благодаря системе компьютерной математики MathCAD Prime без труда можно получить траектории протона при различных значениях токов в проводниках.

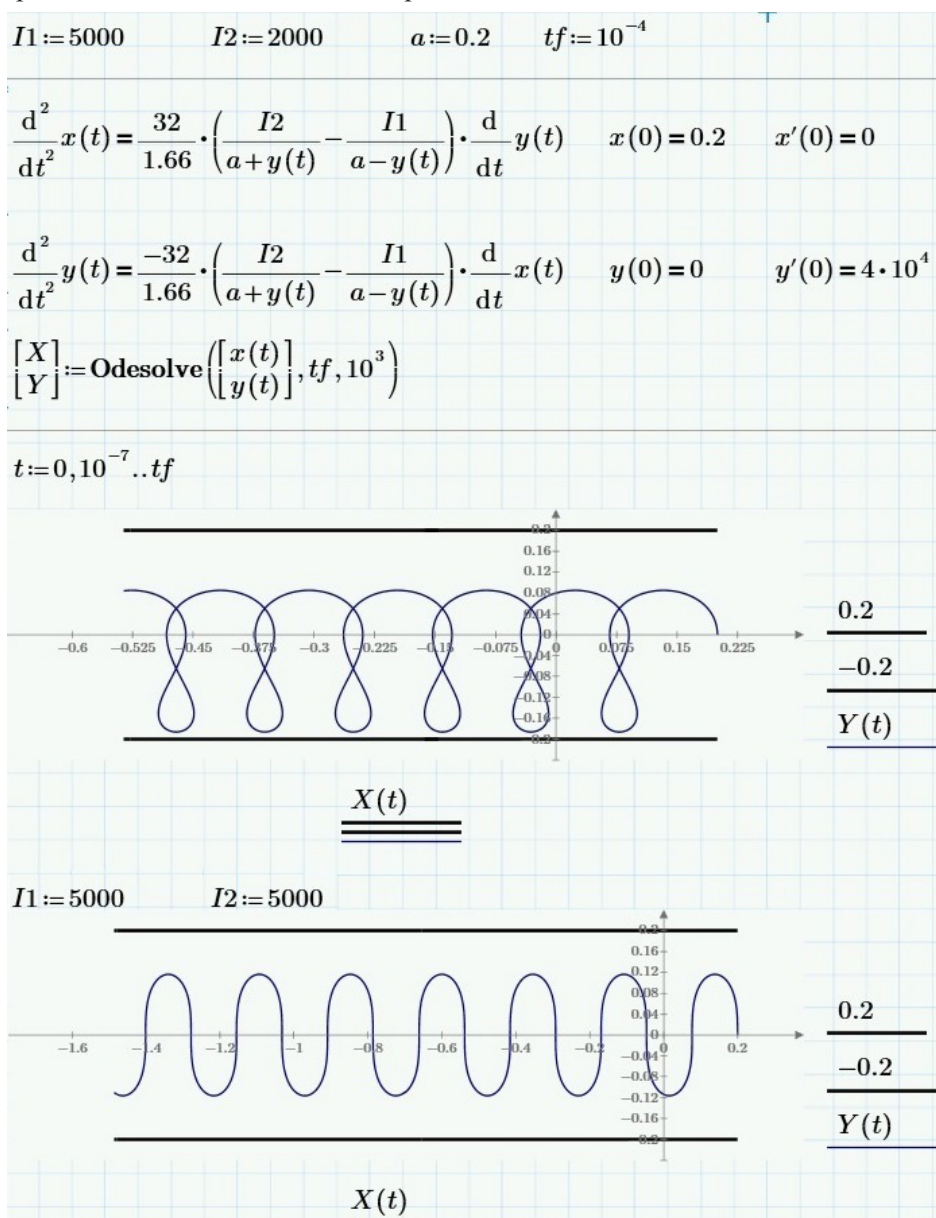


Рис. 2. Движение протона в магнитном поле проводников с током

Помимо лабораторных работ, существенное значение в процессе обучения имеют так называемые домашние опыты. Имеются в виду эксперименты, поставленные с помощью самодельного оборудования из подручных материалов. Законы физики одинаковы для адронного коллайдера и для рогатки, для радиотелескопа и для сотового телефона. Отличительной особенностью широко распространенного курса по колебаниям и волнам [4] является насыщенность домашними опытами. Известные журналы, публикующие материалы по методике преподавания физики, часто размещают на своих страницах описания домашних опытов [5–8]. В этом смысле значительный интерес для мотивированных студентов представляет использование компьютера как измерительного комплекса для домашней физической лаборатории. Речь идет о том, чтобы превратить компьютер с помощью несложной программы в двухканальный осциллограф, генератор импульсов различной формы, анализатор спектра. В состав любого компьютера входит звуковая карта, аналогово-цифровой преобразователь, который при соответствующем программном обеспечении может выполнять указанные функции.

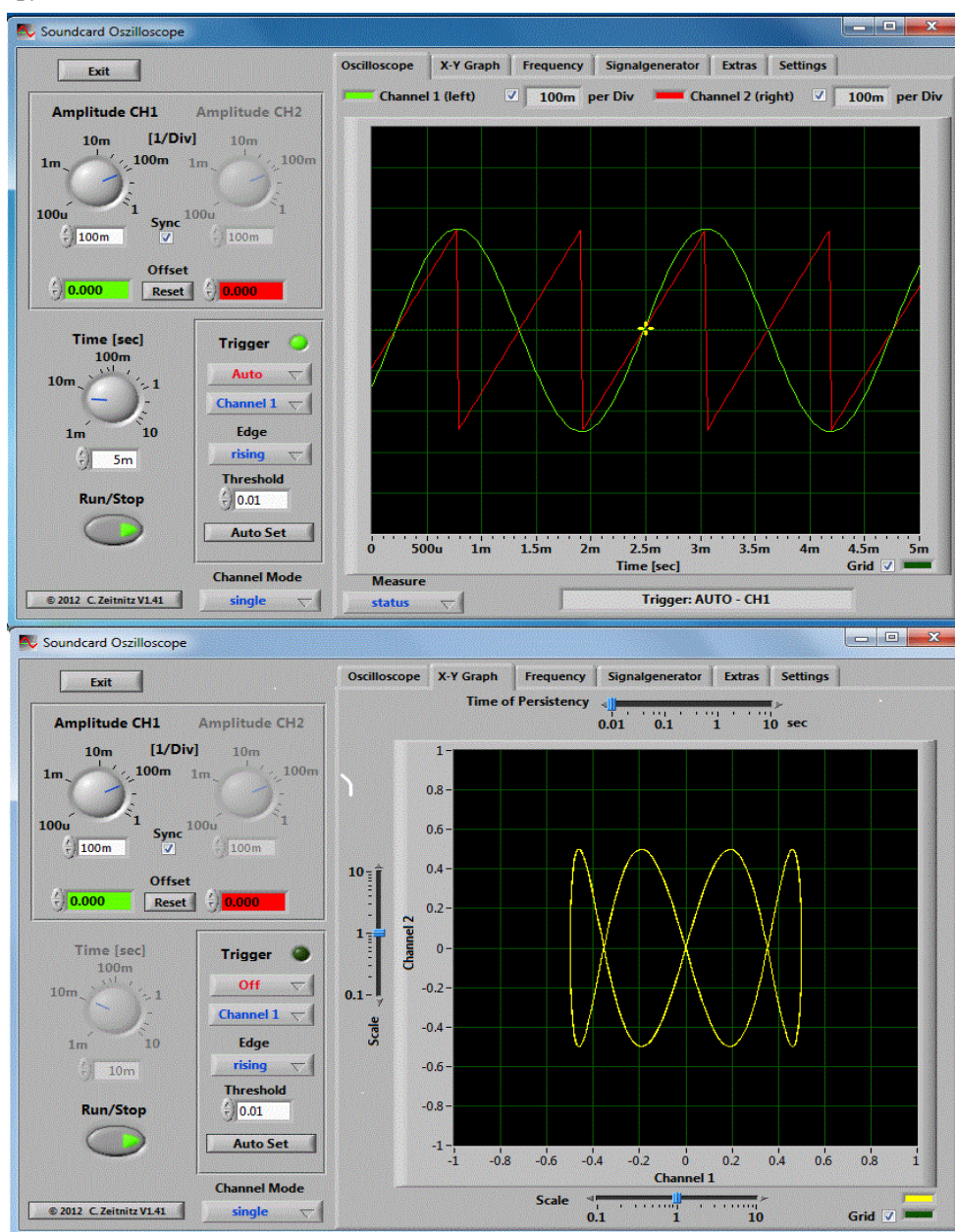


Рис. 3. Наблюдение синусоидальных и пилообразных колебаний и фигур Лиссажу

В интернете есть немало бесплатных программ для некоммерческого использования. Одна из них – SoundCard Scope 1.41 – позволяет реализовать указанные выше функции, часть из которых представлена на рис. 3. С помощью компьютера с этой программой можно изучать большое число физических явлений в электрических цепях. Сама идея использования компьютера в качестве измерительной лаборатории не нова, но в Высшем колледже информатики Новосибирского государственного университета был создан специальный физический практикум для студентов, обучающихся по направлению «Компьютерные системы». В рамках этого практикума изучается работа выпрямителя, RC-генератор, мультивибратор на диодах, генератор прямоугольных импульсов на операционном усилителе, тиристорный регулятор мощности, сложение синусоидальных колебаний на нелинейных элементах, спектральный анализ импульсов и другие. Заинтересованные студенты могут воспроизвести названные лабораторные работы в домашних условиях и значительно расширить круг изучаемых вопросов. Хотя измерительный комплекс, построенный на основе АЦП звуковой карты, обладает более узкими возможностями в сравнении с профессиональными приборами, тем не менее его применение вполне оправдано:

- устаревший домашний компьютер получает вторую жизнь;
- во время пандемии можно в домашних условиях получать знания;
- студент не связан временными рамками лабораторной работы;
- изучаются схемы, имеющие практическую ценность.

Для молодежи и юношества характерен интерес к известным личностям, добившимся успеха в какой-либо деятельности: спортсменам, музыкантам, артистам кино. Своим кумирам студенты подражают, копируют их прически, одежду. Фанаты живо интересуются деталями биографии, подробностями личной жизни своих идолов. В науке выдающиеся ученые также оказывают сильное влияние на окружающих. Так, например, в Риме Э. Ферми создал научную школу. Его ученики и коллеги подсознательно копировали его манеру говорить. Как-то один из учеников Ферми беседовал в поезде с одним из пассажиров и был удивлен, когда попутчик его спросил, не физик ли он из Рима. Собеседник объяснил свой вопрос тем, что он догадался об этом по манере разговора. Подобное происходило и с учениками будущего руководителя Манхэттенского проекта Р. Оппенгеймера. Они, подобно своему учителю, держали голову слегка набок, во время разговора слегка покашливали, делали многозначительные паузы и туманные сравнения. В университетских кафетериях Беркли и Пасадены его студентов можно было узнать по тому, как они вскакивали и щелкали зажигалкой, если их собеседник вынимал сигарету и намеревался закурить. Так делал Р. Оппенгеймер. Эту юношескую черту можно эксплуатировать, рассказывая детали биографий великих физиков, тем более что многие выдающиеся физики были куда более яркими личностями, чем звезды шоу-бизнеса.

Можно рассказать студентам, увлеченным музыкой, что А. Эйнштейн играл на скрипке, В. Гейзенберг профессионально играл на виолончели, Э. Теллер в Лос-Аламосе на танцевальных вечеринках играл на пианино, Р. Фейнман был ударником, играл на бонго, Т. Юнг играл на всех известных в то время инструментах. Биография ученого-энциклопедиста Томаса Юнга заинтересует студентов и школьников не только в связи с музыкой. Рассказывая о многочисленных достижениях и талантах этого ученого, следует подчеркнуть, что сам Т. Юнг не считал себя обладателем выдающихся способностей и подчеркивал, что его достижения связаны с тем, что он вставал на час раньше, чем другие, а ложился спать на час позже.

Роль трудолюбия также отмечал такой яркий и незаурядный физик, как Л. Д. Ландау. В годы обучения в университете он так много работал, что иногда забывал поесть и падал в обморок. Биография Л. Д. Ландау интересна и тем, что он был примером человека, который сделал себя сам и применял научный, теоретический подход к анализу жизненных ситуаций. Он считал, что не следует холить и лелеять свои комплексы, а необходимо с ними активно бороться. В этом смысле интересно, как Л. Ландау преодолевал свою застенчивость. Этот факт биографии великого ученого при-

влечет внимание в молодежной аудитории. Разумеется, на первом плане должны быть такие детали биографии, как то, что Л. Д. Ландау к 14 годам самостоятельно изучил дифференциальное и интегральное исчисление, в Бакинском университете учился сразу на двух факультетах – физическом и химическом, к 26 годам стал доктором наук, за исследования сверхтекучести получил Нобелевскую премию.

При изучении физики атомного ядра встретится такое имя, как Э. Ферми. Биография этого физика-универсала весьма интересна. Как и Ландау, он рано проявил свои способности. При поступлении в Высшую нормальную школу в Пизе он написал экзаменационную работу «Характеристики звука», где он решал дифференциальное уравнение колебания стержня с помощью разложения в ряд Фурье, т. е. он уже обладал знаниями студента третьего курса физического факультета. Для нынешнего поколения, не представляющего жизнь без смартфона и утратившего в значительной степени вычислительные навыки, будет любопытным следующий эпизод из жизни великого физика. После получения Нобелевской премии Э. Ферми решил эмигрировать с семьей в США. При оформлении необходимых документов в американском консульстве чиновник строго спросил нобелевского лауреата: «Сколько будет 27 и 15?» Проверка умственных способностей въезжающих в Америку была необходимой процедурой. Э. Ферми четко ответил: «42». Глубокие и универсальные знания Ферми позволяли ему находить простые и эффективные решения многих проблем. Так, во время испытаний атомной бомбы, сразу после взрыва, он начал сыпать на землю предварительно заготовленные клочки бумаги. Пришедшая ударная волна отбросила падающие клочки на некоторое расстояние. Расстояние между упавшими к ногам и отброшенными кусочками бумаги зависело от мощности взрыва. Ферми по измеренному расстоянию довольно точно определил мощность взрыва, пользуясь заранее составленной таблицей зависимости мощности взрыва от расстояния. Ферми хорошо разбирался в машинах. Во время одной из поездок по Америке он остановился на заправке и помог устранить неисправность какого-то автомобиля. Хозяин заправки тут же предложил работу. А это были годы великой депрессии.

У вышеупомянутого Р. Оппенгеймера была непростая биография, и ФБР было против назначения его научным руководителем сверхсекретного проекта. Однако Л. Гровс настоял на назначении Оппенгеймера: «...желательно, чтобы допуск к работе Юлиуса Роберта Оппенгеймера был выдан без задержки независимо от той информации, которой вы располагаете. Оппенгеймер абсолютно необходим для проекта». Впоследствии многие занятые разработкой атомного оружия отмечали выдающиеся административные качества научного руководителя проекта. Этот пример, который не является уникальным, поучителен тем, что деловые качества человека при необходимости ценятся очень высоко. В интересах дела в ряде случаев закрывают глаза на анкетные данные.

Подобные примеры, в значительной степени хорошо известные, можно было бы продолжать. Их назначение – показать, что у биографических данных большой потенциал для стимуляции интереса к изучению физики. К сожалению, в учебниках этот важный аспект обучения сводится к портрету с подписью: «Великий физик такой-то» и указанием дат рождения и смерти.

Связь между астрономией и физикой в разных вариантах используется для целей обучения физике [9]. Происхождение и эволюция Вселенной затрагивают основы мировоззрения и поэтому представляют интерес для людей, даже очень далеких от физики. И этот интерес может способствовать овладению конкретными физическими знаниями. Рассмотрим примеры.

В 1972 г. был запущен межпланетный зонд «Пионер-10», который уже покинул Солнечную систему. В настоящее время аппарат движется к созвездию Тельца, окрестности которого он достигнет через 2 млн лет. Есть некоторая вероятность того, что зонд попадет в руки представителей внеземной цивилизации. Поэтому на борт корабля прикреплена пластинка, на которой содержится информация о месте старта «Пионера-10», траектории его движения, внешнем виде мужчины и женщины. Положение Солнечной системы указано по отношению к наиболее мощным

пульсарам, которые являются своеобразными маяками во Вселенной. Каждый пульсар можно идентифицировать по периоду вращения, который указан в двоичном коде. В качестве эталона времени используется период колебаний молекулярного водорода. С течением времени период вращения пульсара увеличивается, и по расхождению периода пульсара в момент запуска и в момент обнаружения зонда можно определить время запуска посланца Земли.

Эти сведения можно найти в школьном учебнике астрономии. Они могут быть поводом для рассмотрения связи частоты регистрируемых импульсов со скоростью вращения нейтронных звезд и законом сохранения момента импульса. Уместно в связи с этим добавить эпизод с «маленькими зелеными человечками», т. е. историю открытия пульсаров Сьюзен Джоселин Белл, аспиранткой профессора Энтони Хьюиша в радиоастрономической обсерватории Кембриджского университета. К сожалению, для большинства изучавших закон сохранения момента импульса он ассоциируется всего лишь с картинкой, на которой изображен человек с гантелями на скамье Жуковского.

Изучение законов теплового излучения, помимо традиционных ссылок на определение температуры звезд, можно сопроводить обсуждением вопросов о поисках жизни во Вселенной. Для того чтобы возникла жизнь на углеродной основе, как мы ее сейчас понимаем, нужны сотни миллионов, быть может, миллиарды лет в более или менее стабильных условиях. Вблизи голубых гигантов, которые считаются молодыми звездами, таких условий нет. Поскольку температура звезд высока, то они сгорают очень быстро. Кроме того, большая часть энергии излучения приходится на губительное ультрафиолетовое излучение. Таким образом, изучение спектрального состава излучения сразу может исключить ряд звезд из списка кандидатов, в окрестности которых может возникнуть жизнь. Само собой разумеется, изложение законов теплового излучения будет неполным, если не рассматривается реликтовое излучение. Конечно, в учебнике астрономии говорится о реликтовом излучении, но без знания законов теплового излучения, планковского распределения в частности, не понятно, почему Пензиас и Вильсон за обнаружение мешающего шума получили Нобелевскую премию.

Вывод формулы для второй космической скорости можно дополнить нахождением формулы для критической плотности вещества во Вселенной. Нахождение критической плотности, исходя из теории тяготения Ньютона, было предложено Милном и МакКри и изложено в работе И. Д. Новикова [10]. Этот вывод можно воспроизвести на основе элементарных знаний. Кроме того, полученная формула совпадает с выведенной на основе ОТО. Формула для критической плотности открывает путь для обсуждения различных вариантов расширения Вселенной, геометрических свойств Вселенной, темной материи и темной энергии.

Третий закон Кеплера в простейшем варианте является упражнением на применение второго закона Ньютона для движения по окружности в гравитационном поле звезды или планеты. Формула, связывающая период обращения и радиус орбиты, дает возможность определить массу центрального тела. В задачах, использующих эту формулу, вычисляется масса Солнца по движению Земли или масса Земли по движению Луны. Изучение третьего закона Кеплера становится намного более содержательным, если будет дополнено обсуждением значения массы для эволюции звезд, т. е. закончит ли звезда свой жизненный путь как белый карлик, нейтронная звезда или черная дыра. Кроме того, от массы планеты зависит наличие атмосферы, а следовательно, и возможность возникновения жизни.

В средней школе не предполагается изучение закона сохранения момента импульса, формулы Планка. А в колледже информатики для студентов, поступивших на базе 11 классов, есть курс физики, и в нем используются рассмотренные и другие подобные примеры.

По ряду причин происходит падение интереса к изучению физики. Кроме того, в условиях пандемии происходит переоценка традиционных методов преподавания [11]. Эти обстоятельства диктуют необходимость изменения содержания и методов преподавания. Изложенный материал представляет попытку изменения ситуации. Он был апробирован во время лекционных и семинарских

занятий в Высшем колледже информатики Новосибирского государственного университета. Если не ставить невыполнимую задачу обучить тех, кто не хочет учиться, и учитывать мнение мотивированных студентов, то можно сделать вывод, что эти студенты адекватно оценивают усилия преподавателей и активно усваивают новые знания. К столь субъективной оценке можно добавить следующие факты:

– даже в условиях пандемии посещаемость занятий по физике, на которых реализуются изложенные идеи, высокая – не ниже 80 %;

– был проведен опрос студентов относительно влияния астрономии на заинтересованность в изучении физики. От 30 до 60 % опрошенных в разных группах отметили желание разобраться в физических аспектах астрономических явлений, а не ограничиваться описательной стороной;

– решение задач на компьютере предъявляет более серьезные требования к качеству знаний по физике и математике. Тем не менее от 30 до 35 % студентов считают проведение семинарских занятий в компьютерном классе желательным.

Список литературы

1. Пипич П. В. Задачи по физике для колледжа информатики // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2016. Вып. 8 (173). С. 89–95.
2. Пипич П. В. Системы компьютерной математики и некоторые вопросы преподавания термодинамики и статистической физики // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2017. Вып. 4 (181). С. 89–95. doi: 10.23951/1609-624X-2017-4-89-95
3. Пипич П. В. Физика колебаний в колледже информатики // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2017. Вып. 8 (185). С. 68–77. doi: 10.23951/1609-624X-2017-8-68-77
4. Crawford F. Waves. New York: McGraw-Hill Book Company, 1968. 600 p.
5. Zeyu Jason Niu, Duanbin Luo. Measurement of the Velocity of Sound Through Resonance in Air Columns as a Homemade Experiment // The Physics Teacher. 2022. Vol. 60. P. 114–116. doi: 10.1119/5.0023835
6. Yuki Aok, Kazushi Yawata. Dynamics Experiments on the Touch Panel of a Tablet Computer // The Physics Teacher. 2022. Vol. 60. P. 134–136. doi: 10.1119/10.0009422
7. Wheatland M., Murphy T., Naoumenko D., Daan van Schijndel, Katsifis G. The mobile phone as a free-rotation laboratory // American Journal of Physics. 2021. Vol. 89. P. 342–349. doi: 10.1119/10.0003380
8. Barnes B., Ouro-Koura H., Derickson J., Lebart S., Omidokun J., Bane N., Suleiman O., Omagamre E., Mahdi J., Fotouhi J., Ogunmolasuyi A., Dominguez A., Gonick L., Das K. Plasma generation by household microwave oven for surface modification and other emerging applications // American Journal of Physics. 2021. Vol. 89. P. 372–383. doi: 10.1119/10.0002706
9. Ward R. B., Sadler P. M., Shapiro I. I. Learning physical science through astronomy activities: A comparison between constructivist and traditional approaches ingrades 3–6 // Astron. Educ. Rev. 2007. Vol. 6. P. 1–19.
10. Novikov I. D. Evolution of the Universe. Cambridge; New York: Cambridge University Press Publ, 1983. 176 p.
11. Рогозин Д. М., Солодовникова О. Б., Ипатова А. А. Как преподаватели вузов воспринимают цифровую трансформацию высшего образования // Вопросы образования. 2022. № 1. С. 271–300. doi: 10.17323/1814-9545-2022-1-271-300

References

1. Pipich P. V. Zadachi po fizike dlya kolledzha informatiki [Problems in physics for informatics college]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2016, vol. 8 (173), pp. 89–95 (in Russian).
2. Pipich P. V. Sistemy komp'yuternoy matematiki i nekotoryye voprosy prepodavaniya termodinamiki i statisticheskoy fiziki [Systems of computer mathematics and some questions of teaching thermodynamics and statistical]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2017, vol. 4 (181), pp. 89–95 (in Russian). doi: 10.23951/1609-624X-2017-4-89-95
3. Pipich P. V. Fizika kolebaniy v kolledzhe informatiki [Physics of oscillations at the college of informatics]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2017, vol. 8 (185), pp. 68–77 (in Russian). DOI: 10.23951/1609-624X-2017-8-68-77

4. Crawford F. *Waves*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1968. 600 p.
5. Zeyu Jason Niu, Duanbin Luo Measurement of the Velocity of Sound Through Resonance in Air Columns as a Homemade Experiment. *The Physics Teacher*, vol. 60, 2022, pp. 114–116. DOI: 10.1119/5.0023835
6. Yuki Aok, Kazushi Yawata. Dynamics Experiments on the Touch Panel of a Tablet Computer. *The Physics Teacher*, 2022, vol. 60, pp. 134–136. DOI: 10.1119/10.0009422
7. Wheatland M., Murphy T., Naoumenko D., Daan van Schijndel, Katsifis G. The mobile phone as a free-rotation laboratory. *American Journal of Physics*, 2021, vol. 89, pp. 342–349. DOI: 10.1119/10.0003380
8. Barnes B., Ouro-Koura H., Derickson J., Lebart S., Omidokun J., Bane N., Suleiman O., Omagamre E., Mahdi J., Fotouhi J., Ogunmolayusi A., Dominguez A., Gonick L., Das K. Plasma generation by household microwave oven for surface modification and other emerging applications. *American Journal of Physics*, 2021, vol. 89, pp. 372–383. DOI: 10.1119/10.0002706
9. Ward R. B., Sadler P. M., Shapiro I. I. Learning physical science through astronomy activities: A comparison between constructivist and traditional approaches in grades 3–6, *Astron. Educ. Rev.*, 2007, vol. 6, pp. 1–19.
10. Novikov I. D. *Evolution of the Universe*. Cambridge, New York, Cambridge University Press Publ., 1983. 176 p.
11. Rogozin D. M., Solodovnikova O. B., Ipatova A. A. Kak prepodavateli vuzov vosprinimayut tsifrovuyu transformatsiyu vysshego obrazovaniya [How University Teachers View the Digital Transformation of Higher Education]. *Voprosy obrazovaniya – Educational studies*, 2022, no. 1, pp. 271–300 (in Russian).

Информация об авторах

Пипич П. В., преподаватель, Высший колледж информатики Новосибирского государственного университета (ул. Русская, 35, Новосибирск, Россия, 630058).

E-mail: pipich@ngs.ru

Information about the authors

Pipich P. V., Lecturer, Higher College of Computer Science, Novosibirsk State University (ul. Russkaya, 35, Novosibirsk, Russian Federation, 630058).

E-mail: pipich@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 23.03.2022; принята к публикации 01.07.2022

The article was submitted 23.03.2022; accepted for publication 01.07.2022