

ФОРМИРОВАНИЕ У ШКОЛЬНИКОВ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ О ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВАХ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Ракин Г.В.¹, Смирнов В.В.¹

¹*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Астрахань, e-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru*

В работе приведены результаты исследования проблемы формирования системы знаний о физических основах работы устройств передачи и обработки информации (УП и ОИ) в основной школе в условиях действия ФГОС ООО второго поколения. Анализ учебной литературы по физике показал увеличение временного разрыва между появлением нового технического устройства и включением описания принципа его действия в содержание учебника, достигающего в настоящее время десятилетий. В то же время названные устройства встречаются повсюду, а принципы их работы, как показал специально проведенный опрос, вызывают значительный интерес у старшеклассников. Специально проведенный констатирующий эксперимент, в котором приняли участие около ста двадцати учащихся старших классов Астраханских школ, студентов первых курсов технических и педагогических направлений подготовки, а также действующие учителя математики, физики и информатики, показал, что стихийного формирования представлений о физических принципах работы данных устройств не происходит. Возможной причиной этого, по мнению авторов, является отсутствие в содержании учебного материала описания принципов работы современных устройств передачи и обработки информации. Показано, что материал, имеющийся в современных учебниках физики, может быть в полной мере использован для объяснения принципа действия названных технических устройств. Рассмотрены темы школьного курса физики, изучение которых целесообразно построить на анализе принципов работы конкретных современных технических устройств передачи и обработки информации. Результаты обучающего эксперимента свидетельствуют об эффективности данного подхода: зафиксированы увеличение познавательной активности учащихся, повышение мотивации к изучению предмета, формирование представлений о физических принципах работы УП и ОИ.

Ключевые слова: ФГОС ООО второго поколения, обучение физики, устройства передачи и обработки информации.

FORMATION OF KNOWLEDGE SYSTEM FOR PUPILS ABOUT THE PHYSICAL BASES OF WORK OF MODERN TRANSMISSIONS AND INFORMATION PROCESSING DEVICES

Rakin G.V.¹, Smirnov V.V.¹

¹*FBOU VO «Astrakhan State University», Astrakhan, e-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru*

The article presents the results of a study of the problem of forming a system of knowledge about the physical fundamentals of the operation of information transmission and processing devices (UP and OI) in a primary school under the conditions of the second generation FSES LLC. An analysis of the textbooks on physics showed an increase in the time gap between the advent of a new technical device and the inclusion of a description of the principle of its action in the contents of the textbook, which now reaches decades. At the same time, the aforementioned devices are found everywhere, and the principles of their work, as shown by a specially conducted survey, cause considerable interest among high school students. A specially conducted ascertaining experiment, in which about one hundred and twenty high school students of Astrakhan schools, first-year students of technical and pedagogical areas of training, as well as acting teachers of mathematics, physics and computer science took part, showed that the spontaneous formation of ideas about the physical principles of these devices does not occur. A possible reason for this, according to the authors, is the lack of a description of the principles of operation of modern devices for transmitting and processing information in the content of educational material. It is shown that the material available in modern physics textbooks can be fully used to explain these technical devices. The topics of the school physics course are examined, the study of which should be built on the study of the principles of operation of specific modern technical devices for transmitting and processing information. The results of the training experiment indicate the effectiveness of this approach: an increase in the cognitive activity of students, an increase in motivation to study the subject, the formation of ideas about the physical principles of the devices for transmitting and processing information are recorded.

Keywords: Second-generation FSES LLC, physics training, information transmission and processing devices.

Компьютерные и информационные технологии проникли во все сферы жизни человека. Сегодня практически каждый, начиная от школьника и домохозяйки и заканчивая учеными и государственными деятелями, использует в процессе своей деятельности такие средства, как сотовая связь, электронная почта, мессенджеры, USB-флеш-накопители, компьютеры и другие устройства, предназначенные для передачи и обработки информации (ТУП и ОИ). Задача передачи, обработки и хранения информации является, таким образом, типовой задачей, то есть задачей, с которой сталкивается в процессе своей жизни каждый человек.

Повсеместность использования названных технических устройств (ТУ) диктует необходимость включения базовых знаний о физических принципах их работы в содержание школьного образования. Так, в [1] подчеркивается, что обучение физике в средней школе должно основываться на триаде «теория – методология – приложение», что должно приводить к синтезу фундаментальных и прикладных знаний. Примером такого синтеза могут являться классические учебники по физике. Действительно, первый пробный пуск паровоза произошел в 1836 г., а описание его конструкции и принципа действия нашло отражение в учебниках Н. А. Любимова 1867 г. и К. Д. Краевича 1880 г. Первый прибор для записи звуковой информации – фонограф – был изобретен Т. Эдисоном в 1877 г., а информация о принципе работы данного технического устройства была включена в учебник физики К. Д. Краевича 1880 г.

Однако, опираясь на результаты исследований PISA [2], приходится констатировать факт существенного временного разрыва между использованием современных технических устройств передачи и обработки информации (ТУП и ОИ) и описанием их принципа действия в школьных учебниках физики. Об этом свидетельствует результат анализа содержания учебников физики, кратко представленный в таблице 1.

Таблица 1

Разница между временем создания технического устройства обработки или хранения информации и временем его включения в содержание учебников физики

Название технического объекта	Время создания технического объекта	Учебники, в содержание которых впервые включено описание данного технического устройства
Фотоаппарат	1826 г.	1. «Начальная физика» А.В. Цингера (1926 г.). 2. Учебник физики К.Д. Краевича (1880 г.)
Электромагнитный телеграф	1832 – телеграф Шиллинга 1844 – телеграф Морзе	1. Учебник физики А.В. Цингера (1926 г.). 2. «Начальные основания физики в объеме гимназического курса» Н. Любимова издания 1867 г. 3. Учебник «Физика» К.Д. Краевича издания 1880 г.
Стереоскоп	1837 г. – Ч. Уитсон	1. «Начальная физика» А.В. Цингера (1926 г.).

		2. Учебник физики К.Д. Краевича (1880 г.). 3. «Начальные основания физики в объеме гимназического курса» Н. Любимова издания 1867 г.
Телефон	1876 г. – «говорящий телеграф» А. Белла 1877–1888 гг. – телефон Эдисона	1. Учебник физики А. В. Цингера (1926 г.). 2. «Конспекты лекций по физике» В.Д. Зернова (1927 г.)
Фонограф Эдисона	1877 г.	1. Учебник физики К.Д. Краевича издания 1880 г. (глава «Прибавление III». Фонограф).
Граммофон	1877 г.	1. «Начальная физика» А.В. Цингера (1926 г.). 2. «Курс физики. Том 2» О.Д. Хвольсона (1911 г.)
Радио	1895 – радио А.С. Попова	1. Учебник О.Д. Хвольсона «Курс физики. Том IV» издания 1915 г.
Синематограф (аппарат), витоскоп	1895 г. – братья Люмьер; Ч. Джекинсон	1. «Начальная физика» А.В. Цингера (1926 г.). 2. Учебник физики К.Д. Краевича (1880 г.)
Принимающая электро-лучевая трубка (кинескоп)	1911 г.	Учебник физики для 10-го класса А.В. Перышкина (1965 г.)
Магнитные накопители информации	1930-е гг.	Учебник физики 10-го класса под редакцией А.А. Пинского (1993 г.)
Радиолокатор	3 января 1934 г.	«Справочник по физике» авторов А.И. Бачинского, В.В. Путилова и Н.П. Суворова (1954 г.)
Оптический диск (CD, DVD, BlueRay)	1961 г.	Учебник физики для 10-го класса Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, Н.Н. Сотского (2014 г.)
Факс	1964 г. – компания Херох	–
Принтер	1964 г. – корпорация Seiko Epson	Учебник физики для 10-го класса В.А. Касьянова (2010 г.)
Плазменная панель	1964 г.	–
Оперативная память	1970 г.	–
Жидкокристаллический монитор	1970-е гг.	Учебник физики для 10-го класса Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, Н.Н. Сотского (2014 г.)
Сенсорный экран	1971 г.	–
LED-монитор	1977 г.	–
Цифровой фотоаппарат	1988 г.	
Карта памяти	1990 г.	–
ИК-связь	1990 г.	–
Веб-камера	1991 г.	–
Bluetooth	1994 г.	–
Wi-Fi	1998 г.	–
USB-флеш	2000 г.	–

Как видно из таблицы 1, в современных учебниках физики не приведено описание физических принципов работы таких современных ТУП и ОИ, как сенсорные панели, смартфоны, компьютеры и т.д. В большинстве учебников продолжают описывать биполярный транзистор, кинескоп, амплитудную модуляцию, практически не используемые в современных электронных схемах. Описание принципа работы современной элементарной базы, например, полевого транзистора в учебниках отсутствует. В то же время анализ зарубежных работ по методике преподавания физики свидетельствует о введении данной тематики в изучаемый физический материал. Так, в [3] рассмотрена возможность применения CD- и DVD-дисков для описания явления дифракции, а в [4] – способ моделирования движения данных дисков в лабораторных условиях. В [5] рассмотрены физические основы принципа работы простого стабилизатора камеры. В [6] описан принцип работы LCD-экранов ноутбука при изучении явления поляризации. В [7] рассмотрен принцип действия современных 3D-технологий. В [8] описан процесс «оцифровки» звука – перевод аналогового звукового сигнала в цифровой сигнал. В [9] представлена инструкция того, как использовать колесо прокрутки на беспроводной мыши в качестве датчика движения. В [10] рассмотрен вопрос использования камеры-обскура в качестве непрозрачного проектора. В [11] рассмотрен вопрос создания Wi-Fi датчика с помощью платы микроконтроллера «Arduino».

Целью данного исследования является изучение возможности формирования представления о физических основах функционирования УО и ПЧ при изучении базового курса физики.

Материалы и методы исследования. Анализ учебной и учебно-методической литературы показал, что на данный момент отсутствуют учебные пособия для средней школы, программы элективных и факультативных курсов по физике, в которых рассматривалась бы физика современных технических устройств.

Возникает вопрос: необходимо ли введение в школьный курс физики материала о физических основах принципов работы устройств передачи и обработки информации? Возможно, нужные знания уже имеются у учащихся?

Анализ результатов международных сопоставительных исследований PISA свидетельствует об отставании российских подростков от сверстников из большинства развитых стран мира по ключевым для формирования функциональной грамотности направлениям, в том числе по владению умениями применять полученные знания на

практике и для объяснения принципа работы технических устройств передачи и обработки информации.

Об этом же свидетельствуют результаты констатирующего эксперимента. Эксперимент проходил в два этапа. В ходе первого этапа исследования было проведено анкетирование с целью выяснить у респондентов уровень сформированности знаний о физических основах принципа работы устройств передачи и обработки информации. В данном этапе приняли участие учащиеся 10-11 классов, студенты 1 курса технических направлений подготовки, а также студенты 1 курса педагогических направлений подготовки - будущие учителя физики. Всего около сто двадцати человек. Примеры вопросов анкетирования представлены ниже:

1. Назовите техническое устройство для передачи данных, в основе которого лежит явление полного внутреннего отражения? (*оптоволокно*)

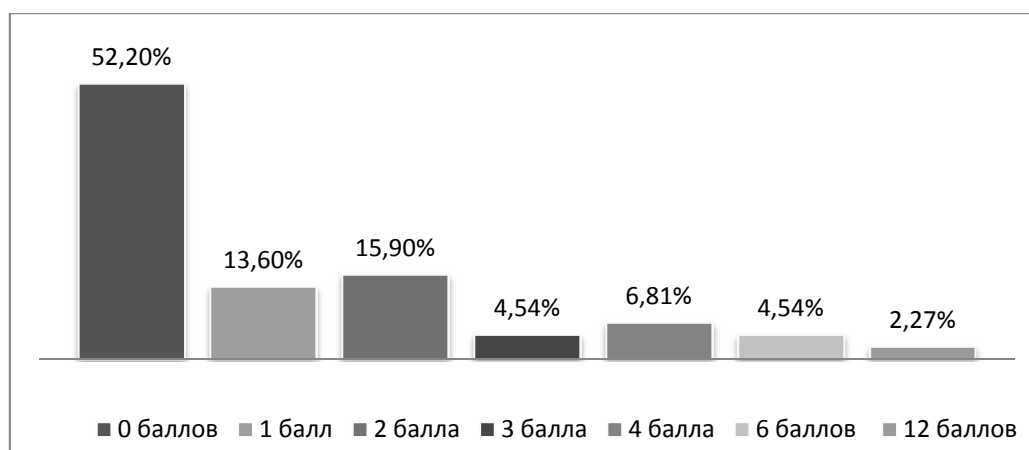
2. Назовите устройство (устройства) вывода информации, в основе принципа действия которого лежат явления электризации под действием света, а также явление плавление кристаллических тел. (*копировальный аппарат (ксерокс), лазерный принтер*)

3. Назовите устройство регистрации графической информации, в котором для записи изображения вместо фотохимического используется фотоэлектрический принцип. (*цифровой фотоаппарат*)

В ходе второго этапа исследования респондентам было предложено ответить на следующие вопросы: «Считаете ли Вы необходимым изучение в школьном курсе физики принципов работы современных устройств обработки и передачи информации?» и «Возможно ли изучение данного материала на уроке физике или для этого необходимо организация факультативных и элективных курсов?». Помимо этого, в ходе второго этапа, данные вопросы были также заданы действующим учителям физики и информатики школ города Астрахань и Астраханской области.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты первого этапа исследования представлены на рисунке.

Как видно из приведенного рисунка, только 2,27% опрошенных имеют представления о физических явлениях, лежащих в основе функционирования названных технических устройств, в то время как больше половины опрошенных не смогли ответить ни на один из вопросов анкеты.



Результаты тестирования знаний о физических принципах работы устройств обработки и передачи информации проведённого со школьниками старших классов и студентами технических и педагогических направлений подготовки

Результаты второго этапа исследования оказались следующими. Около 89 % школьников старших классов и студентов технических и педагогических направлений подготовки высказались о том, что формирование данных знаний необходимо. Из них около 67% считают, что данный материал должен преподаваться на уроке в процессе изучения темы, 20 % - на факультативных занятиях, а 13% - на элективных курсах.

Также примерно 74% опрошенных учителей и студентов согласны со школьниками и студентами в вопросе о необходимости формирования знаний о физических основах принципа работы устройств передачи и обработки информации в школьном курсе физики. Однако, практически все опрошенные ответили, что формирование данных знаний должно осуществляться во внеурочное время: 53% - на факультативных занятиях, 18% - в ходе изучения элективных курсов.

Возникает вопрос: «Как органично включить изучение основ работы устройств обработки и передачи информации в процесс изучения физики?» На наш взгляд, существующая программа по физике содержит возможность включения информации о принципах работы современных устройств обработки и передачи данных при изучении учебного материала. В таблице 2 приведены темы школьного курса физики, в которых возможно изучение принципа работы ТУП и ОИ.

Таблица 2

Темы школьного курса физики, в которых возможно изучение принципа работы технических устройств обработки и передачи информации

Тема урока, класс	Физические знания	ТО, физический принцип которого может быть объяснен
Плавление кристаллических	Плавление кристаллических тел	Копировальный аппарат,

тел (8-й класс)		лазерный принтер
Кристаллические и аморфные тела (10-й класс)	Жидкие кристаллы. Явление свечения жидких кристаллов	LCD-экран
Плазма (10-й класс)	Явление ионизации газа. Явление свечение люминофора	Плазменная панель
Электризация тел. Взаимодействие заряженных тел (8-й класс) Электрический заряд и электризация тел. Закон сохранения заряда (10-й класс)	Электризация тел. Закон сохранения заряда	Копировальный аппарат, лазерный принтер
Проводники и диэлектрики электрического заряда (8-й класс, 10-й класс)	Явление проводимости электрического заряда	Сенсорный экран
Емкость. Единицы емкости Конденсатор (10-й класс)	Изменение величины емкости конденсатора при изменении расстояния между обкладками	Клавиатура, оперативная память, емкостный сенсорный экран
Закон Ома для участка цепи (8-й класс, 10-й класс)	Резистор. Явление изменения силы тока при изменении сопротивления	Резистивный сенсорный экран
Электрический ток в полупроводниках, транзистор	Различные виды транзисторов, полупроводниковые лазеры	Оперативная память, LED-экраны, USB-флэш-накопители, оперативная память, цифровой фотоаппарат
Взаимодействие токов. Сила Ампера (11-й класс)	Явление движения проводника с током в магнитном поле	Звуковая колонка (динамик)
Действие магнитного поля на движущуюся в нем заряженную частицу. Сила Лоренца (11-й класс)	Явление отклонения заряженной частицы в магнитном поле	Монитор на ЭЛТ
Электродинамический микрофон	Явление возникновения ЭДС индукции при движении проводника в магнитном поле	Микрофон
Гармонические колебания (11-й класс)	Явление возникновения механических колебаний	Звуковая колонка (динамик)
Звуковые колебания и волны. Звук (11-й класс)	Явление зависимости громкости звука от амплитуды, явление зависимости высоты тона от частоты колебаний	Звуковая колонка (динамик)
Электромагнитные волны и их свойства. Принципы радиосвязи и телевидения	Явление передачи энергии электромагнитными волнами	Сотовый телефон, спутниковый навигатор GPS, беспроводная точка доступа WI-FI, bluetooth
Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Плоское зеркало	Явление отражения света	Компьютерная мышь, сканер

Преломление света. Полное внутреннее отражение	Явление полного внутреннего отражения	Оптоволоконная связь
Дифракция света. Дифракционная решетка	Дифракция света. Дифракционная решетка	CD- и DVD-диски
Поперечность световых волн. Поляризация света	Явление поляризации света	LCD-экран
Применение фотоэффекта	Фотоэффект	Копировальный аппарат, лазерный принтер
Лазеры	Вынужденное излучение	Копировальный аппарат, лазерный принтер, полупроводниковые лазеры, привод оптических дисков

Из таблицы 2 видно, что изучение принципа работы такого устройства, как компьютерная клавиатура, может быть осуществлено за один урок в процессе изучения темы «Конденсатор. Емкость конденсатора». Объясним принцип действия данного устройства. Так, например, при нажатии клавиши клавиатуры, которая представляет собой конденсатор, происходит изменение расстояния между его обкладками. Это приводит к изменению емкости и, следовательно, заряда. Изменение заряда ЦП распознает как сигнал.

Рассмотрим принцип действия микрофона. Попадание на микрофон звуковых колебаний приводит к возникновению переменной ЭДС индукции. Тем самым звуковой сигнал переводится в электрический. Принцип действия микрофона может быть рассмотрен в процессе изучения темы «ЭДС индукции в движущихся проводниках».

Чаще встречается ситуация, когда темы, при изучении которых могут быть рассмотрены основы функционирования конкретного технического устройства, изучаются в разных классах. Рассмотрим принцип действия резистивного сенсорного экрана. При нажатии на экран происходит изменение силы тока, текущего через резистор (закон Ома для участка цепи, 8-й класс). ЦП определяет конкретное место изменения силы тока (Определение координаты тела, 9-й класс) и реагирует на это.

Знакомство с принципом действия, например, копировального аппарата может происходить следующим образом. При изучении темы «Плавление и отвердевание кристаллических тел» в 8-м и 10-м классах на этапе применения полученных знаний внимание учащихся акцентируется на том, что процесс закрепления тонера на бумаге при печати на копировальном аппарате и лазерном принтере осуществляется благодаря изученному ими явлению. При актуализации знаний в процессе изучения темы «Электризация тел» в 8-м и 10-м классах учащиеся узнают, что тонер попадает на бумагу благодаря взаимодействию отрицательно заряженного тонера и положительно заряженной бумаги. Ответ на вопрос, каким образом тонер попадает на печатный барабан именно в те

места, где в последующем будет напечатано изображение, выясняется в процессе изучения темы «Фотоэффект» в 11-м классе.

Заключение. Таким образом, на основании анализа результатов проведенного педагогического эксперимента и учебной литературы можно утверждать, с одной стороны, об отсутствии в школьных учебниках информации о физических принципах работы современных устройств для передачи и обработки информации, с другой – о возможности формирования таких знаний у школьников. Существующая программа, дополненная в идеале соответствующим элективным или факультативным курсом, позволяет сформировать представления о физических основах функционирования названных устройств при изучении базового курса физики.

Список литературы

1. Альтшулер Ю.Б. Методическая система обучения электродинамике учащихся средней школы на основе синтеза фундаментальных и прикладных знаний: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02. Шуя, 2013. 514 с.
2. Центр оценки качества образования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.centeroko.ru/public.html#pisa_pub (дата обращения 05.04.2020).
3. Alan J. DeWeerd. CD, DVD, and Blu-Ray Disc Diffraction with a Laser Ray Box. *The Physics Teacher*. 2016. V. 54. P. 300. DOI: 10.1119/1.4947160.
4. Brad Hinaus and Mick Veum. Modeling the Compact Disc Read System in Lab. *The Physics Teacher*. 2009. V. 47. P. 446. DOI: 10.1119/1.3225507.
5. Albert A. Bartlett. The Physics of a Simple Camera Stabilizer. *The Physics Teacher*. 2012. V. 50. P. 268. DOI: 10.1119/1.3703539.
6. Hasan Fakhruddin. Some Activities with Polarized Light from a Laptop LCD Screen. *The Physics Teacher*. 2008. V.46. P. 229. DOI: 10.1119/1.2895673.
7. Schmitzer H., Tierney D., Toepker T. Real 3-D: How Does It Work? *The Physics Teacher* 2009. V. 47. P. 456. DOI: 10.1119/1.3225510.
8. Matthew Vick. Digitizing Sound: How Can Sound Waves be Turned into Ones and Zeros? *The Physics Teacher*. 2010. V. 48. P. 468. DOI: 10.1119/1.3488192.
9. Richard S. Taylor and William R. Wilson. Using the Scroll Wheel on a Wireless Mouse as a Motion Sensor. *The Physics Teacher*. 2010. V. 48. P. 608. DOI: 10.1119/1.3517030.
10. Thomas B. Greenslade Jr. The Opaque Projector: The Inverse of the Camera Obscura. *The Physics Teacher*. 2011. V. 49. P.241. DOI: 10.1119/1.3566038.

11. William C. Bensky. Wi-Fi-based Wireless Sensors for Data Acquisition. *The Physics Teacher*. 2018.V. 56. P. 393. DOI: 10.1119/1.5051157.