

Научная статья

УДК 621.382

ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС ПРАКТИКУМНОГО ТИПА ПО ОСНОВАМ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ: ОСВОЕНИЕ СТАРШЕКЛАССНИКАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Ольга Михайловна Алыкова^{1✉}, Алена Багдасаровна Погожева¹, Григорий Валерьевич Ракин², Владимир Вячеславович Смирнов^{1,2}

¹Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, Астрахань, Россия

²Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Астрахань, Россия

✉ olga-alykova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема формирования у обучающихся системных представлений о физических принципах, лежащих в основе функционирования современных компьютеров. Актуальность исследования обусловлена разрывом между пользовательскими умениями в области вычислительной техники современных школьников и недостаточным пониманием аппаратной базы и физических процессов, обеспечивающих работу вычислительных систем. Основная цель статьи – дать теоретическое обоснование и разработать методику, обеспечивающую у школьников системное знание физических основ работы вычислительной техники. Выполнен детальный разбор этапов преобразования информации в процессах её передачи и обработки. Выделяются ключевые стадии: преобразование явлений окружающего мира в аналоговые электрические сигналы с помощью датчиков, аналого-цифровое преобразование, обработка информации в цифровом виде микропроцессором и обратное преобразование в

аналоговую форму для вывода. Особое внимание уделяется иерархическому принципу построения компьютера, демонстрирующему, как сложные функциональные блоки (например, сумматоры) конструируются из элементарных логических элементов, работа которых, в свою очередь, базируется на физических законах (электромагнитная индукция, полупроводниковые эффекты). Практическая значимость работы заключается в разработке и описании лабораторно-демонстрационного практикума. Данный комплекс включает экспериментальные установки для исследования различных каналов связи (проводных, беспроводных: ИК, радио, лазерных) и функциональных узлов ЭВМ. Описаны стенды для изучения принципов модуляции, работы аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и демонстрации передачи данных. Методика организации занятий предусматривает как нисходящий (от системы к элементам), так и восходящий (от элементов к системе) подходы к обучению. Подчеркивается, что предложенная система обучения не просто устраняет пробелы в знаниях, но и формирует инженерное мышление. Понимание физических ограничений и возможностей аппаратной части является фундаментом для осознанного использования технологий, их диагностики и дальнейшего развития в области STEM-дисциплин. Разработанные материалы могут быть интегрированы в образовательные программы для повышения качества подготовки будущих инженеров и исследователей. Практикум, используемый в старших классах, является мощным профориентационным инструментом, задающим ориентир на инженерное образование, получаемое, в том числе, и в АГУ им В. Н. Татищева.

Ключевые слова: физические принципы преобразования информации, лабораторно-демонстрационный эксперимент, логические элементы, схемотехника, аналоговый сигнал, цифровой сигнал

Для цитирования: Алыкова О. М., Погожева А. Б., Ракин Г. В., Смирнов В. В. Элективный курс практикумного типа по основам общетехнических знаний: освоение старшеклассниками физических принципов

функционирования вычислительной техники // Научно-методический журнал «ПРЕДУНИВЕРСАРИЙ». 2026. Вып. 2 (2). С. 6–30.

Original article

UDC 621.382

ELECTIVE WORKSHOP-TYPE COURSE AT GENERAL TECHNICAL KNOWLEDGE: THE PHYSICAL PRINCIPLES OF COMPUTER TECHNOLOGY MASTERING BY HIGH SCHOOL STUDENTS

Olga M. Alykova¹✉, Alena B. Pogozheva¹, Grigory V. Rakin², Vladimir V. Smirnov^{1, 2}

¹Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

²Caspian Institute of Marine and River Transport named after Admiral F. M. Apraksin, Astrakhan, Russia

✉olga-alykova@mail.ru

Abstract. The article discusses the actual problem of students' formation of systemic ideas about the physical principles underlying the functioning of modern computers. The relevance of the research is due to the gap between the user skills in the field of computing of modern schoolchildren, and the lack of understanding of the hardware and physical processes that ensure the operation of computing systems. The main aim of the article is to provide a theoretical justification and develop a methodology that provides students with a systematic knowledge of the physical foundations of computer technology. A detailed analysis of the stages of information transformation in the processes of its transmission and processing has been performed. The key stages are highlighted: the transformation of phenomena of the surrounding world into analog electrical signals using sensors, analog-to-digital conversion, information processing in digital form by a microprocessor and reverse conversion to analog form for output. Special attention is paid to the hierarchical

principle of computer construction, which demonstrates how complex functional blocks (for example, adders) are constructed from elementary logic elements, the operation of which, in turn, is based on physical laws (electromagnetic induction, semiconductor effects). The practical significance of the work lies in the development and description of a laboratory and demonstration workshop. This complex includes experimental installations for the study of various communication channels (wired, wireless: IR, radio, laser) and functional computer components. Stands for studying the principles of modulation, operation of analog-to-digital converters (ADCs) and demonstration of data transmission are described. The teaching methodology provides for both top-down (from the system to the elements) and bottom-up (from the elements to the system) approaches to learning. It is emphasized that the proposed training system not only eliminates knowledge gaps, but also forms engineering thinking. Understanding the physical limitations and capabilities of the hardware is the foundation for the conscious use of technologies, their diagnosis and further development in the field of STEM disciplines. The developed materials can be integrated into educational programs to improve the quality of training for future engineers and researchers. The practicum, used in high school, is a powerful career guidance tool that sets the benchmark for engineering education, including at ASU named after V. N. Tatishchev.

Keywords: physical principles of information transformation, laboratory demonstration experiment, logic elements, circuit engineering, analog signal, digital signal

For citation: Alykova O. M., Pogozheva A. B., Rakin G. V., Smirnov V. V. Elective workshop-type course at general technical knowledge: the physical principles of computer technology mastering by high school students // Scientific and Methodological Journal «PRE-UNIVERSITY». 2026. 1 (1): 6–30. (In Russ.).

Введение

Перефразируя известные слова И. Ильфа и Е. Петрова [6], можно утверждать, что «компьютер не роскошь, а средство передвижения». Для

успешного его использования нужно осознавать тот факт, что современный компьютер является не только набором программ и интерфейсов, но и сложной физической системой, работа которой основана на законах физики и инженерии. Понимание этих принципов позволяет выбирать и настраивать оборудование, осознавать ограничения и потенциал техники, оптимизировать работу программ под конкретные аппаратные возможности. Пользователь, знакомый с принципами работы электронных компонентов, может быстрее понять причины сбоев и неисправностей (например, перегрев, сбои питания, ошибки памяти) и принять меры по их устранению или предотвращению.

Изучение физических основ работы компьютера формирует у пользователя инженерный подход к решению задач, развивает навыки анализа и синтеза информации, что особенно важно в условиях стремительного развития технологий.

Изучение физических принципов работы компьютера – это не только залог его эффективного и безопасного использования, но и необходимое условие для формирования профессиональной компетентности, развития инженерного мышления и адекватного восприятия технологических инноваций. Без этого знания пользователь остаётся на уровне «оператора», а не «инженера» или «исследователя», что ограничивает возможности полноценного использования современных вычислительных систем.

Старшеклассники могут освоить системные знания о физических принципах работы компьютера на факультативном практикуме, интегрирующем общетехнические дисциплины – физику, технологию, информатику [7].

Разработка и реализация такого практикума требует решения следующих задач [2; 15; 18]:

- выделение и упорядочение стадий преобразования информации (передача, хранение, обработка) в современной компьютерной архитектуре;

- выявление и анализ физических принципов и законов, задействованных в процессах кодирования, передачи и преобразования данных в вычислительных системах;
- систематизация технических способов и описание аппаратных средств, реализующих физические процессы преобразования информации в ПК;
- изложение принципов устройства и работы актуальных вычислительных систем с учётом физических ограничений и возможностей элементной базы;
- создание и методическое обоснование лабораторного практикума, формирующего у старшеклассников целостное представление о физической стороне функционирования компьютера;
- построение содержательной модели педагогической деятельности для эффективного усвоения школьниками знаний о физических основах вычислительной техники.

Исследовательские результаты и их интерпретация

Перейдём к рассмотрению этапов практикума.

Цель преобразования информации при передаче в компьютере – обеспечить получение данных без искажений в необходимой форме. Достигается это путём превращения исходного сигнала в сигнал с заданными параметрами. Для этого исходный сигнал преобразуется в сигнал с требуемыми параметрами. Поскольку передача обычно осуществляется в цифровом виде, предварительно аналоговый сигнал преобразуется в цифровой. Сам аналоговый сигнал формируется на основе физических явлений окружающего мира (например, звука или света), которые фиксируются материальными носителями (датчиками, микрофонами и т. д.) [1].

Преобразование информации в электрический аналоговый сигнал основано на физических явлениях (известно около 1500 эффектов) и датчиках. Сигнал на выходе (например, микрофона) пропорционален входному воздействию (звуку, свету, температуре) и является непрерывным [5; 20].

Рассмотрим ввод звука в компьютер. Микрофоны преобразуют колебания мембраны в электрический сигнал, сохраняя информацию. Конструкции различных типов микрофонов, поясняющие принципы их работы, приведены на рис. 1; наиболее используемые из них:

- **угольный**: изменение давления на порошок меняет его сопротивление;
- **электромагнитные** (электродинамические, ленточные): работают на явлении электромагнитной индукции;
- **конденсаторный** (электретный): звук изменяет расстояние между обкладками конденсатора, меняя потенциал.

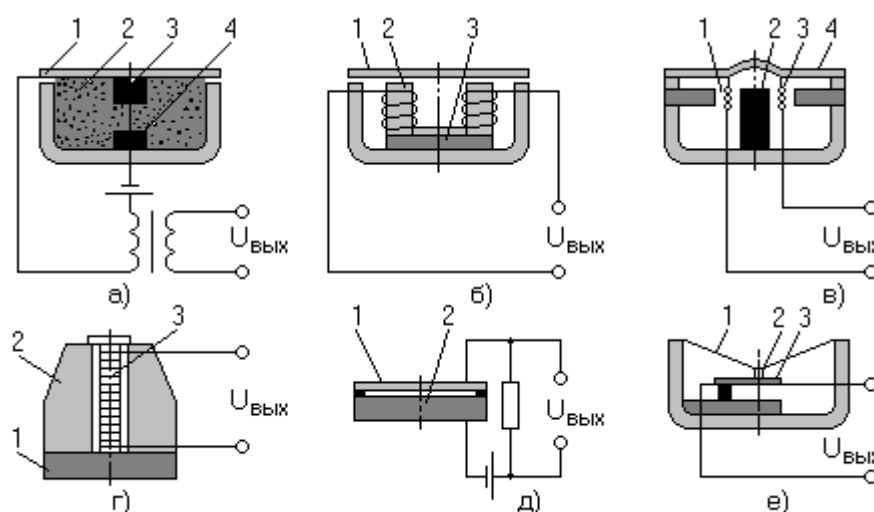


Рис. 1. Устройство микрофонов: а – угольного (1 – диафрагма, 2 – угольный порошок, 3, 4 – электроды); б – электромагнитного (1 – ферромагнитная диафрагма, 2 – полюсные наконечники, 3 – магнит); в – электродинамического (1 – кольцевой зазор магнитной системы, 2 – постоянный магнит, 3 – подвижная катушка, 4 – диафрагма); г – ленточного (1 – постоянный магнит, 2 – полюсные наконечники, 3 – алюминиевая ленточка (2 мкм)); д – конденсаторного (1 – мембрана, 2 – неподвижный электрод); е – пьезоэлектрического (1 – диафрагма, 2 – стержень, 3 – пьезоэлектрический элемент).

На этих примерах школьники знакомятся с широким спектром технических решений, используемых для превращения звуковых колебаний в электрический сигнал [3; 11].

По аналогии можно анализировать и другие физические явления из окружающего мира: освещённость (её распределение), перепады температуры, вариации магнитного поля, диффузию и конвекцию (объясняющие возникновение запахов) и пр. В основе такого анализа лежат физические процессы, после чего рассматриваются способы их технической реализации [4].

Информация от датчиков поступает в виде аналогового электрического сигнала, изменение которого служит моделью изменения контролируемого параметра объекта. Компьютер получает эти сигналы через штатные порты (аудиокарты, видеокарты) либо через дополнительные карты и модемы. Для оцифровки аналогового сигнала используется АЦП, а для восстановления аналоговой формы из цифрового кода – ЦАП. Каждый из этих этапов опирается на определённые схемотехнические решения. Однако знание только структурных компонентов схем недостаточно: необходимо также отдавать себе отчёт в физических законах, которые лежат в основе работы системы и образуют её системообразующие взаимосвязи. С учётом вышеизложенного, сокращённая схема схемотехнического решения для названных этапов может выглядеть следующим образом (рис. 2) [8].

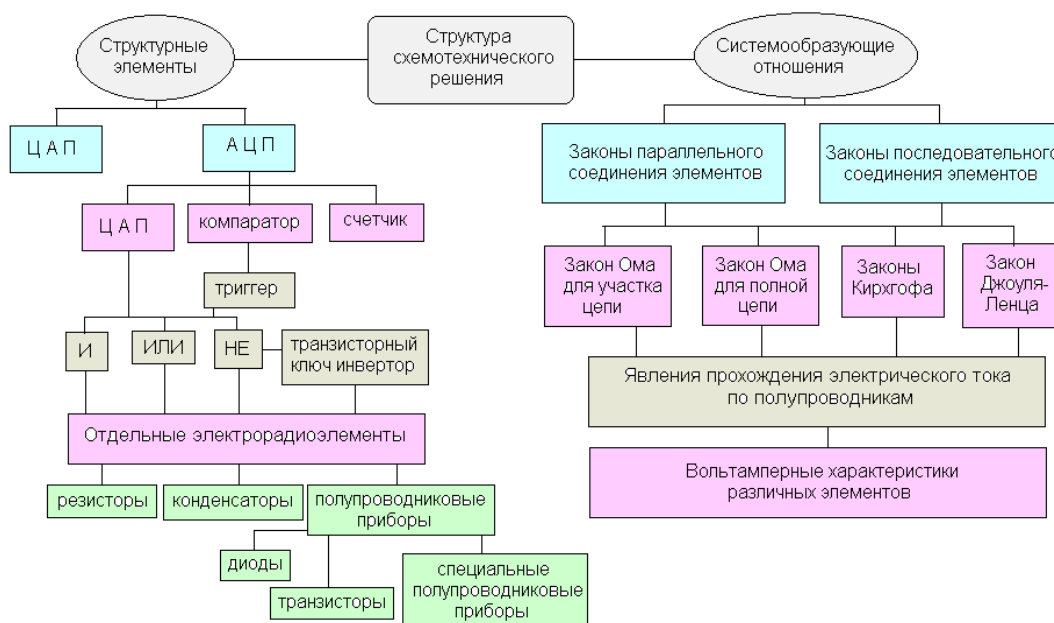


Рис. 2. Схемотехническая структура аналого-цифрового преобразования как предмет аналитического рассмотрения.

Демонстрация архитектуры компьютера строится на иерархическом принципе: последовательно рассматриваются функциональные блоки, затем более мелкие структурные единицы и, наконец, отдельные электронные компоненты. Например, сумматор (рис. 3) реализуется через логические схемы И, ИЛИ, НЕ или их комбинации (рис. 4):

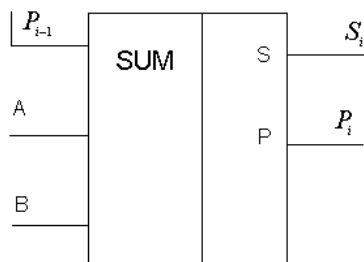


Рис. 3. Символьное обозначение сумматора.

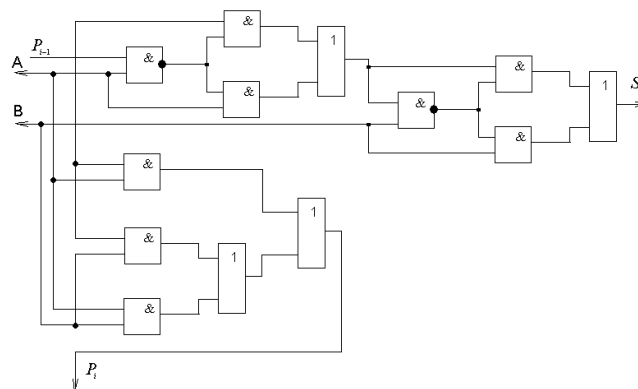


Рис. 4. Схемная реализация сумматора на логических элементах.

В свою очередь каждый логический элемент может быть представлен в виде совокупности дискретных элементов. Для примера, на рис. 5, 6 приведены соответственно обозначение элемента И-НЕ и его схмотехническая реализация.

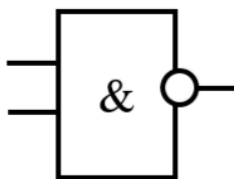


Рис. 5. Обозначение элемента И-НЕ

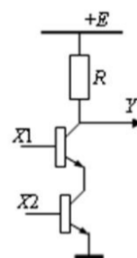
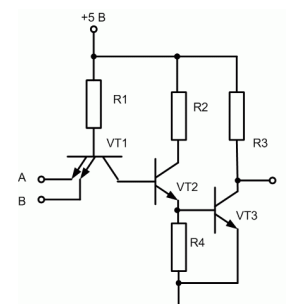


Рис. 6. Реализация И-НЕ на дискретных элементах



В зависимости от дидактических целей возможно два направления освоения материала: нисходящее (от функционального узла к элементной базе) либо восходящее (от дискретных компонентов к узлу ЭВМ). Такой подход позволяет сформировать у обучающихся системное видение: архитектура сложного вычислительного устройства представляет собой иерархию логических модулей, функционирование которых описывается булевой алгеброй, а физической основой служат дискретные полупроводниковые компоненты (диоды, транзисторы) [14].

В целях реализации теоретических положений была разработана и апробирована модель Практикума, состоящая из 13 лабораторных работ и ряда демонстрационных стендов.

Практикум имеет следующую структуру:

1. **Этап 1 (работа № 1) – вводный** – направлен на развитие метрологических компетенций, освоение осциллографа и проведение исследований простейших линейных и нелинейных преобразователей.

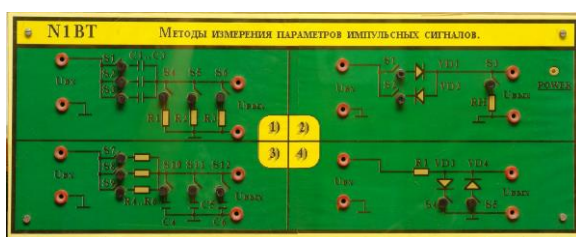
2. **Этап 2 (работы № 2–5) – аналоговый** – включает в себя изучение элементной базы (полупроводниковые приборы) и базовых принципов построения аналоговой электроники.

3. **Этап 3 (работы № 6–7) – логический** – предполагает освоение метода синтеза цифровых устройств, в котором основную роль играют таблицы истинности как инструмент проектирования.

4. **Этап 4 (работы № 8–13) – микропроцессорный** – осуществляется исследование иерархически организованных функциональных узлов, составляющих основу АЛУ и микропроцессора.

Экспериментальная база включает полный комплект технической документации (монтажные и принципиальные схемы) и методические указания. Практикум построен по принципу преемственности: каждая последующая работа логически вытекает из результатов предыдущей. Для обеспечения доступа всех обучающихся к ограниченному количеству стендов используется организационная методика смещённых по времени занятий подгрупп.

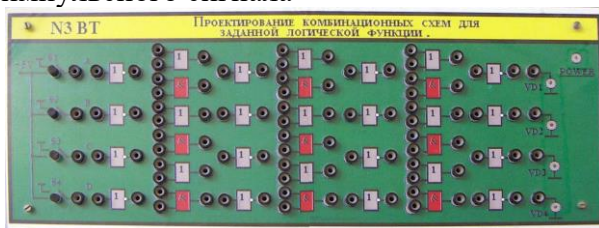
Внешний вид ряда стендов лабораторного комплекта показан на рис. 7.



1. Методы измерения параметров импульсного сигнала



2. Исследование логических элементов И, ИЛИ, НЕ



3. Проектирование комбинационных схем для заданной логической функции



4. Исследование работы шифратора и дешифратора



5. Исследование работы мультиплексора и демультимплексора



6. Исследование работы JK-триггера и проектирование на его основе RS-, D- и T-триггеров



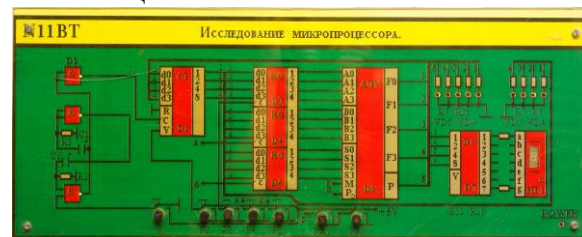
7. Исследование работы универсального регистра



8. Исследование работы суммирующего и вычитающего счетчиков



9. Исследование работы интегральных схем сумматоров



10. Исследование микропроцессора

Рис. 7. Внешний вид ряда стендов лабораторного комплекта

На рис. 8 показан момент выполнения работы по осциллографированию сигналов.



Рис. 8. Выполнение работы по осциллографированию сигналов

Для наглядной демонстрации процессов дискретизации и кодирования разработан специализированный лабораторный стенд, показанный на рис. 9. Его

ключевое отличие от промышленных аналого-цифровых преобразователей – возможность визуального контроля влияния параметров преобразования на точность цифрового сигнала [17].

Функциональная схема устройства включает в себя электретный микрофон, согласующий усилитель и микроконтроллер. Контроллер выполняет оцифровку входного сигнала и формирует выходные данные для отображения на двухлучевом осциллографе. Это позволяет в реальном времени сравнивать исходный аналоговый сигнал с результатом его дискретизации и анализировать возникающие погрешности.

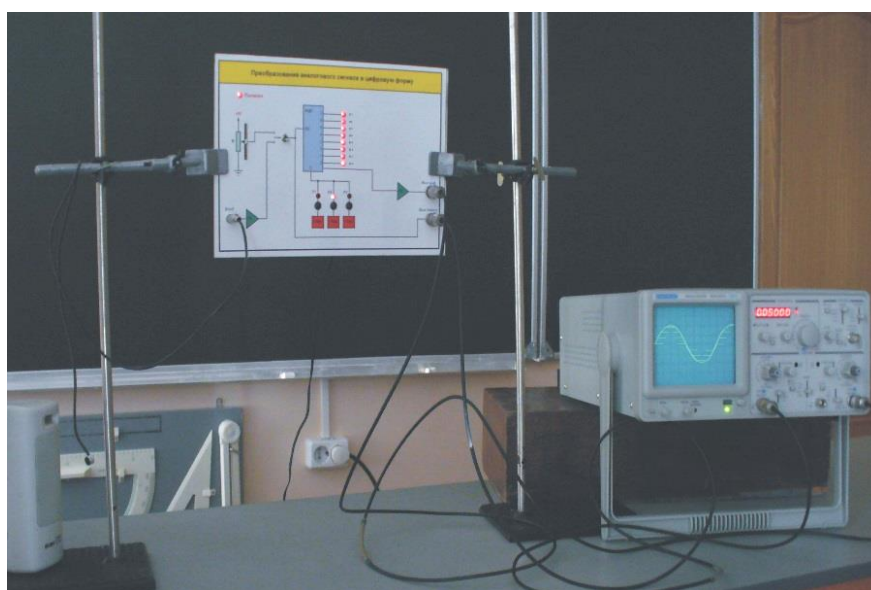


Рис. 9. Экспериментальная установка, позволяющая наблюдать как перевод аналогового сигнала в цифровую форму, так и процедуру дискретизации.

Полученную цифровую (или аналоговую) информацию можно пересылать по разным каналам связи. Для демонстрации этого используются экспериментальные установки, основанные на различных физических явлениях (например, распространение электромагнитных волн или прохождение тока в металлах) [10; 12; 13].

Проводные каналы моделируются на примере телеграфа, где передача дискретных сигналов (точка, тире) осуществляется замыканием / размыканием электрической цепи.

Беспроводные каналы исследуются с помощью установок для передачи по лазерному и ИК-лучу, радиоволнам, а также Bluetooth. В основе лежит принцип

модуляции несущей частоты информационным сигналом. Принципиальная схема беспроводной связи приведена на рис. 10:

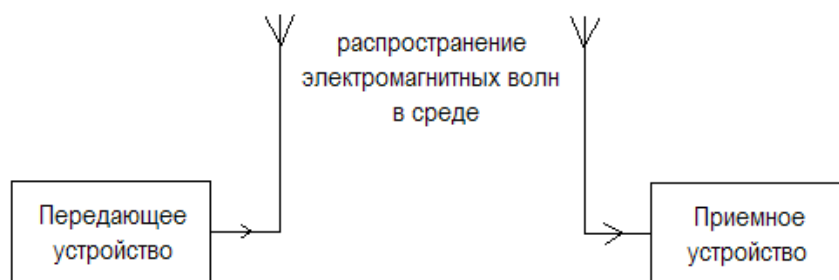


Рис. 10. Принципиальная схема беспроводной связи.

Система связи состоит из передатчика (формирует и излучает сигнал), приёмника (восстанавливает информацию) и антенн (излучают и принимают электромагнитные волны).

Демонстрация радиопередачи осуществляется с помощью специализированного комплекта.

Для показа и опытного изучения современных способов передачи информации по ИК-лучу (в том числе сквозь мутные среды с использованием оптических каналов связи) разработана экспериментальная установка из передатчика и приёмника. Внешний вид установки приведён на рис. 11 [16]:



Рис.11. Внешний вид приемника и передатчика сигналов.

В качестве передающего устройства используется микроконтроллер PIC16F84A, генерирующий последовательность прямоугольных импульсов. Информационный сигнал модулирует излучение инфракрасного светодиода. Приёмный модуль оснащён трёхуровневой световой индикацией мощности входного сигнала, реализованной на светодиодах. В качестве источников вторичного электропитания используются стандартные сетевые адаптеры.

В системах дистанционного управления передача информации происходит по инфракрасному лучу с использованием импульсно-кодовой модуляции. Сигнал, генерируемый шифратором пульта, модулирует излучение ИК-светодиода. Фототранзистор приёмника регистрирует это излучение, после чего сигнал усиливается и декодируется для управления устройством.

В качестве демонстрационного средства используется цифровая видеокамера с ИК-чувствительной матрицей. Порядок эксперимента:

- Установить камеру на подставке экраном к зрителям, включить её.
- Направить пульт ДУ в сторону аудитории, последовательно нажать несколько кнопок – убедиться, что глаз не видит сигналов.
- Направить тот же пульт на объектив камеры, снова нажать кнопки – на экране появится серия вспышек, своя для каждой кнопки.
- Заменить пульт (например, от кондиционера на телевизионный), повторить нажатия перед камерой.

Эксперимент показывает: сигнал невидим для человека, но визуализируется камерой в виде вспышек. Анализ сигналов от разных пультов даёт основание утверждать, что структура цифрового кода отражает функциональную сложность прибора.

Лазерная связь относится к оптической атмосферной связи, где используются электромагнитные волны оптического диапазона. Такая система включает спаренные приёмопередатчики, размещённые в зоне прямой видимости.

В передающем устройстве информационный сигнал модулирует лазерное излучение, которое затем коллимируется и направляется к приёмнику. В

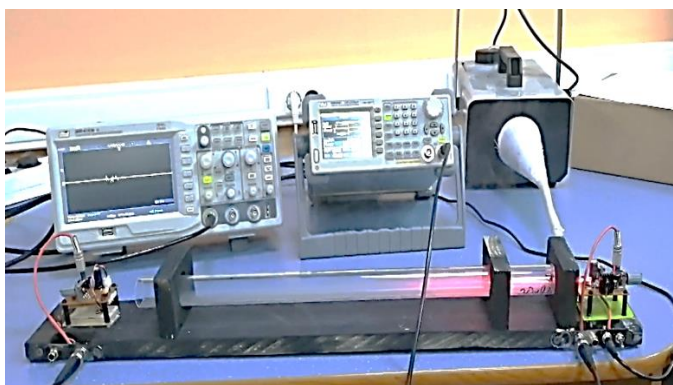
приёмной части оптический сигнал фокусируется на фотодетекторе, где происходит его демодуляция. Ключевая особенность данного типа связи – сильная зависимость качества канала от атмосферных явлений (дым, пыль, осадки, туман).

Разработанная экспериментальная установка вместе с предложенной системой опытов позволяет исследовать особенности лазерного канала связи и влияние на него погодных условий.

Установка даёт возможность демонстрировать как передачу видеосигнала (рис. 12, а), так и передачу импульсных сигналов. Демонстрация видеосигнала создаёт так называемый «вау-эффект»: перекрывая луч, учащиеся наглядно убеждаются, что информация передаётся именно по нему, а не по скрытому проводу. Применение видеокамеры усиливает впечатление – на экране видны сами участники эксперимента [19].



а)



б)

Рис. 12. а) Демонстрация передачи видеосигнала; б) общий вид установки для экспериментов с лазерной связью

Количественные измерения выполняются с помощью генератора гармонических колебаний либо генератора сигналов специальной формы. Амплитуды передаваемого и принимаемого сигналов фиксируются двухканальным осциллографом.

В центре установки расположена пластиковая труба (рис. 12, б), через которую проходит лазерный луч. В сочетании с дымомашинкой (на рис. 12, б показана справа) эта труба предназначена для изучения влияния погодных условий (туман, дождь) на функционирование лазерного канала связи. На

рисунке зафиксирован момент полного исчезновения сигнала при плотном тумане.

Для иллюстрации передачи данных с помощью лазерного луча разработана приёмопередающая система, функционирующая в двух режимах – аналоговом и цифровом (рис. 13, 14).

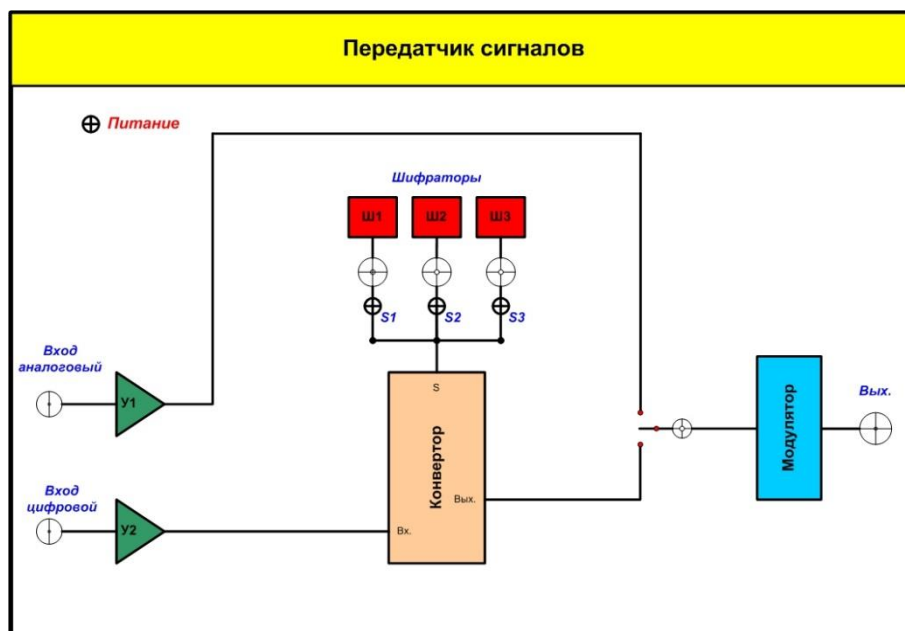


Рис. 13. Внешний вид передающего устройства (лицевая панель).

В **аналоговом** режиме модуляция лазерного излучения производится за счёт изменения напряжения питания. На приёмной стороне фотодиод регистрирует сигнал, который затем усиливается и подаётся на осциллограф. Согласование с АЦП выполняется через подбор уровней напряжения. Когда устройство, осуществляющее аналого-цифровое преобразование, работает при регулируемом напряжении питания, показания индикаторных светодиодов на его АЦП и на приёмнике совпадают (рис. 13).

Цифровой режим позволяет наглядно продемонстрировать не только передачу по лазерному лучу, но также кодирование и декодирование информации – процессы, рассмотренные ранее. Для этого на передающей стороне размещены три шифратора, каждый из которых сопряжён с соответствующим дешифратором на приёмной стороне. При нажатии кнопки S1 замыкается ключ первого шифратора, цифровой сигнал кодируется, проходит через модулятор и отправляется по лазерному каналу. На приёмной

Заключение

В настоящей работе выполнен комплексный анализ стадий преобразования информации в современной вычислительной технике. С опорой на системный подход выделена и структурирована иерархия процессов, лежащих в основе функционирования компьютера: от трансформации физических явлений окружающей среды в аналоговые сигналы до их оцифровки и последующей обработки в микропроцессорных устройствах.

Теоретическое обоснование было подкреплено разработкой и описанием лабораторно-демонстрационного практикума. Данный комплекс позволяет визуализировать физические принципы работы компьютера, демонстрируя как базовые законы физики (электромагнитная индукция, распространение волн), так и основы схмотехники (работа логических элементов, АЦП/ЦАП). Практикум реализует возможность изучения процессов как в нисходящем (от системы к элементам), так и в восходящем (от элементов к системе) направлении, что способствует формированию целостной инженерной картины мира у обучающихся.

Таким образом, представленная методическая система обеспечивает формирование у школьников глубоких знаний о физических основах вычислительной техники. Это не только способствует более осознанному использованию компьютерных технологий, но и закладывает фундамент для дальнейшего профессионального роста в области STEM-дисциплин, ориентирует на получение инженерного образования. Разработанные учебные комплексы являются воспроизводимыми и могут быть интегрированы в образовательные программы для повышения качества естественнонаучного и инженерного образования, а также в ходе организации профориентационной работы в сфере инженерного образования.

Список литературы

1. Алыкова О. М. Оптимизация содержания лабораторного практикума по электрорадиотехнике, электронике, основам автоматики и вычислительной

техники на педагогических специальностях университетов. Материалы V Международной научной конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». М., МПГУ. 2006. С. 202–205.

2. Анофрикова С. В., Стефанова Г. П., Смирнов В. В. Введение в практикум по общей и экспериментальной физике. Учебное пособие. Астрахань. Издательский дом «Астраханский университет». 2006. 150 с.

3. Алыкова О. М. Физические основы передачи информации с применением компьютера: монография / О. М. Алыкова // Астрахань: Астраханский ун-т, 2008. 120 с.

4. Блумфилд Л. А. Как всё работает. Законы физики в нашей жизни / Л. А. Блумфилд; пер. с англ. Е. Валкиной и Ю. Плискиной. Москва: АСТ: CORPUS. 2016. 704 с.

5. Гольдштейн А. Е. Физические основы получения информации: учебник для вузов / А. Е. Гольдштейн // М: Издательство Юрайт. 2025. 291 с.

6. Ильф И. А. Петров Е. П. Золотой теленок / И. Ильф, Е. Петров // Москва : Эксмо. 2025. 384 с.

7. Капица П. А. Эксперимент. Теория. Практика. М.: Наука. 1987. С. 228–229.

8. Огородников А. И. Физические основы электронной техники: учебное пособие / А. И. Огородников. Екатеринбург: УрФУ. 2011. 105 с.

9. Пурешева Н. С. Актуальные проблемы школьного физического образования в Российской Федерации / Н. С. Пурешева, Д. А. Исаев // Педагогическое образование в России. 2020. № 6. С. 8–15.

10. Ракин Г. В. Изучение возможности формирования знаний о физических основах работы устройств передачи информации у учащихся средней школы / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Методический поиск: проблемы и решения. 2019. № 1 (27). С. 60–63.

11. Ракин Г. В. Формирование у школьников системы знаний о физических основах работы современных устройств передачи и обработки

информации / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 87.

12. Ракин Г. В. Изучение в средней школе физических основ работы устройств передачи информации / Г. В. Ракин // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: мат-лы V Междунар. науч.-методич. конф. (г. Москва, 04–07 марта 2019 г.). Москва: Московский пед. гос. ун-т. 2020. С. 405–411.

13. Ракин Г. В. Формирование у учащихся основной и средней школы общего подхода к изучению физических основ процессов передачи и обработки информации с применением технических устройств : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Ракин Григорий Валерьевич, 2023. 170 с.

14. Смирнов В. В. Разработка единого подхода к преподаванию общетехнических дисциплин в педагогических вузах / В. В. Смирнов // Преподавание физики в высшей школе. Physics education. 2001. № 20. С. 40–46.

15. Смирнов В. В. Содержание деятельности по экспериментальному нахождению значений физических величин. Материалы V Международной научной конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». М., МПГУ. 2006. С. 261–270.

16. Смирнов В. В. Установка для экспериментального изучения передачи информации по инфракрасному каналу связи / В. В. Смирнов, О. М. Алыкова // Успехи современного естествознания. 2009. № 11. С. 87–89.

17. Смирнов В. В., Алыкова О. М. Патент на полезную модель № 89734 U1 Российская Федерация, МПК G06F 17/40, G06F 3/05. Устройство для демонстрации процесса обработки аналогового сигнала в цифровой код и демонстрации дискретизации аналогового сигнала : № 2009107248/22 : заявл. 27.02.2009 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Смирнов, О. М. Алыкова ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Астраханский государственный университет» (АГУ).

18. Смирнов В. В. Методическая система формирования обобщенных методов проведения физических экспериментальных исследований у студентов физико-математического направления подготовки : специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» : диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Смирнов Владимир Вячеславович. Волгоград, 2012. 317 с.

19. Смирнов В. В., Погожева А. Б., Алыкова О. М. Установка для изучения лазерного канала связи XV Международная конференция по фотонике и информационной оптике: Сборник научных трудов. М.: НИЯУ МИФИ. 2026. С. 548.

20. Физические основы получения информации: учеб. пособие / Р. А. Ахмеджанов, А. И. Чередов. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2008. 184 с.

References

1. Alykova O. M. Optimizatsiya soderzhaniya laboratornogo praktikuma po elektroradiotekhnike, elektronike, osnovam avtomatiki i vychislitel'noj tekhniki na pedagogicheskikh spetsial'nostyakh universitetov. Materialy V Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii «Fizicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya». M., MPGU. 2006. S. 202–205.

2. Anofrikova S. V., Stefanova G. P., Smirnov V. V. Vvedenie v praktikum po obshchej i eksperimental'noj fizike. Uchebnoe posobie. Astrakhan'. Izdatel'skij dom «Astrakhanskij universitet». 2006. 150 s.

3. Alykova O. M. Fizicheskie osnovy peredachi informatsii s primeneniem komp'yutera: monografiya / O. M. Alykova // Astrakhan': Astrakhanskij un-t, 2008. 120 s.

4. Blumfild L. A. Kak vsyo rabotaet. Zakony fiziki v nashej zhizni / L. A. Blumfild; per. s angl. E. Valkinoj i Yu. Pliskinoj. Moskva: AST: CORPUS. 2016. 704 s.

5. Gol'dshtejn A. E. Fizicheskie osnovy polucheniya informatsii: uchebnik dlya vuzov / A. E. Gol'dshtejn // M: Izdatel'stvo Yurajt. 2025. 291 s.
6. Il'f I. A. Petrov E. P. Zolotoj telenok / I. Il'f, E. Petrov // Moskva : Eksmo. 2025. 384 s.
7. Kapitsa P. A. Eksperiment. Teoriya. Praktika. M.: Nauka. 1987. S. 228–229.
8. Ogorodnikov A. I. Fizicheskie osnovy elektronnoj tekhniki: uchebnoe posobie / A. I. Ogorodnikov. Ekaterinburg: UrFU. 2011. 105 s.
9. Puryшева N. S. Aktual'nye problemy shkol'nogo fizicheskogo obrazovaniya v Rossijskoj Federatsii / N. S. Puryшева, D. A. Isaev // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. 2020. № 6. S. 8–15.
10. Rakin G. V. Izuchenie vozmozhnosti formirovaniya znaniy o fizicheskikh osnovakh raboty ustroystv peredachi informatsii u uchashchikhsya srednej shkoly / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Metodicheskij poisk: problemy i resheniya. 2019. № 1 (27). S. 60–63.
11. Rakin G. V. Formirovanie u shkol'nikov sistemy znaniy o fizicheskikh osnovakh raboty sovremennykh ustroystv peredachi i obrabotki informatsii / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2020. № 2. S. 87.
12. Rakin G. V. Izuchenie v srednej shkole fizicheskikh osnov raboty ustroystv peredachi informatsii / G. V. Rakin // Fiziko-matematicheskoe i tekhnologicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya: mat-ly V Mezhdunar. nauch.-metodich. konf. (g. Moskva, 04–07 marta 2019 g.). Moskva: Moskovskij ped. gos. un-t. 2020. S. 405–411.
13. Rakin G. V. Formirovanie u uchashchikhsya osnovnoj i srednej shkoly obshchego podkhoda k izucheniyu fizicheskikh osnov protsessov peredachi i obrabotki informatsii s primeneniem tekhnicheskikh ustroystv : dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk / Rakin Grigorij Valer'evich, 2023. 170 s.

14. Smirnov V. V. Razrabotka edinogo podkhoda k prepodavaniiu obshchetechnicheskikh distsiplin v pedagogicheskikh vuzakh / V. V. Smirnov // Prepodavanie fiziki v vysshej shkole. Physics education. 2001. № 20. S. 40–46.

15. Smirnov V. V. Soderzhanie deyatel'nosti po eksperimental'nomu nakhozhdeniyu znachenij fizicheskikh velichin. Materialy V Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii «Fizicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya». M., MPGU. 2006. S. 261–270.

16. Smirnov V. V. Ustanovka dlya eksperimental'nogo izucheniya peredachi informatsii po infrakrasnomu kanalu svyazi / V. V. Smirnov, O. M. Alykova // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2009. № 11. S. 87–89.

17. Smirnov V. V., Alykova O. M. Patent na poleznuyu model' № 89734 U1 Rossijskaya Federatsiya, MPK G06F 17/40, G06F 3/05. Ustrojstvo dlya demonstratsii protsessa obrabotki analogovogo signala v tsifrovoj kod i demonstratsii diskretizatsii analogovogo signala : № 2009107248/22 : zayavl. 27.02.2009 : opubl. 10.12.2009 / V. V. Smirnov, O. M. Alykova ; zayavitel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Astrakhanskij gosudarstvennyj universitet» (AGU).

18. Smirnov V. V. Metodicheskaya sistema formirovaniya obobshchennykh metodov provedeniya fizicheskikh eksperimental'nykh issledovanij u studentov fiziko-matematicheskogo napravleniya podgotovki : spetsial'nost' 13.00.02 \"Teoriya i metodika obucheniya i vospitaniya (po oblastyam i urovnyam obrazovaniya)\" : dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk / Smirnov Vladimir Vyacheslavovich. Volgograd, 2012. 317 s.

19. Smirnov V. V., Pogozheva A. B., Alykova O. M. Ustanovka dlya izucheniya lazernogo kanala svyazi XV Mezhdunarodnaya konferentsiya po fotonike i informatsionnoj optike: Sbornik nauchnykh trudov. M.: NIYaU MIFI. 2026. S. 548.

20. Fizicheskie osnovy polucheniya informatsii: ucheb. posobie / R. A. Akhmedzhanov, A. I. Cheredov. Omsk: Izd-vo OmGTU. 2008. 184 s.

Информация об авторах:

О. М. Алыкова – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

А. Б. Погожева – ассистент кафедры технологии материалов и промышленной инженерии, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

Г. В. Ракин – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиала ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В. В. Смирнов – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры технологии материалов и промышленной инженерии, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

Information about the authors:

O. M. Alykova – candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

A. B. Pogozheva – assistant of the Department of Materials Technology and Industrial Engineering, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

G. V. Rakin – candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Marine and River Transport named after Admiral F. M. Apraksin – a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education VSUWT

V. V. Smirnov – doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Materials Technology and Industrial Engineering, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.03.2026; одобрена после рецензирования 17.04.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was published 20.03.2026; approved after reviewing 17.04.2026; accepted for publication 15.06.2026.