

УДК 372.853

ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ ЗНАНИЙ О ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВАХ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Г. В. Ракин¹, В. В. Смирнов²

¹СОШ им. А. Джанибекова с. Растопуловка, Астраханская обл., Россия

^{1,2}Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген-адм. Ф. М. Апраксина — филиал ВГУВТ, Астрахань, Россия

²ORCID: 0000-0002-6491-5117

Аннотация. Статья посвящена вопросу формирования у учащихся знаний о физических основах работы устройств передачи и обработки информации непосредственно на уроках физики. В статье показан практический

способ решения данной задачи, путём иллюстрации учебного занятия по физики в основной школе, проводимого автором статьи.

Ключевые слова: обучение физике, устройства передачи и обработки информации

FORMATION IN STUDENTS OF PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS OF KNOWLEDGE ABOUT THE PHYSICAL FOUNDATIONS OF THE OPERATION OF DEVICES FOR TRANSMITTING AND PROCESSING INFORMATION IN PHYSICS LESSONS

Grigorij V. Rakin¹, V. V. Smirnov²

¹Secondary school named after A. Dzhanibekov, Rastopulovka, Astrakhan region, Russia

^{1,2}Caspian Institute of Sea and River Transport named after gen.-adm. F.M. Apraksin — the affiliation VSUWT, Astrakhan, Russia

Abstract. The article is devoted to the formation of students' knowledge about the physical foundations of the operation of devices for transmitting and processing information directly in physics lessons. The article shows a practical way to solve this problem by illustrating a lesson in

physics in a basic school conducted by the author of the article.

Keywords: physics training, information transmission and processing devices

Статья **поступила** 12.07.2023, **принята** к публикации 26.09.2023. Опубликована онлайн.

Введение

На сегодняшний день информационные технологии проникли во все сферы современной жизни. Каждый человек, начиная от домохозяйки и заканчивая крупным чиновником, использует в своей повседневной жизни устройства передачи и обработки информации, такие как: смартфон, принтер, сканер, wi-fi роутер и т. д.

С учётом того, что дети среднего и старшего школьных возрастов используют данные устройства наиболее часто, они нередко задумываются о том, как они работают.

В то же время у них возникает проблема в невозможности применения полученных на уроках физики знаний для объяснения принципов работы данных устройств.

Данное утверждение подтверждается проведённым констатирующим экспериментом, согласно результатам которого большинство учащихся участников желают, чтобы изучение физических основ работы устройств передачи и обработки информации происходило непосредственно на уроках физики [2]. Анализ школьного курса физики показал, что данная потребность учащихся может быть удовлетворена как при изучении физике на уроке, так и во внеурочной деятельности. О реализации данной

идеи более подробно говорилось в работах [2-11]. Кроме того, проведенный анализ учебного материала школьного курса физики позволил выделить перечень разделов и тем, при изучении которых возможно рассмотрение физических основ работы определённых технических устройств передачи и обработки информации или этапов их функционирования. Данный перечень представлен в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие этапа функционирования технического устройства и темы школьного курса физики, в которой этот этап функционирования может быть изучен

Технический прибор	Этап функционирования технического устройства	Тема, класс
Копировальный аппарат	Закрепление на бумаге	Плавление и отвердевание кристаллических тел (8 класс)
	Нанесение тонера на барабан	Электризация тел (8 класс, 10 класс)
	Формирование изображения на барабане	Фотоэффект (11класс)
Сканер	Отражение света от сканированного документа	Отражение света. Плоское зеркало (8 класс, 11 класс)
	Отражение света от подвижного зеркала	Отражение света. Плоское зеркало (8 класс, 11 класс)
	Передача изображения в компьютер	Транзистор (10 класс). Фотоэффект (11 класс)
Оптическая компьютерная мышь	Отражение света, поступающего от светоизлучающего диода на плоскую поверхность	Отражение света. Плоское зеркало (8 класс, 11 класс)
	Попадание света в светоприёмник	Преломление света. Линзы (8 класс, 11 класс).
	Нахождение значения координат курсора мыши	Перемещение. Определение координаты тела (9 класс, 10 класс)
Резистивный сенсорный экран	Нахождение значения координат точек касания	Перемещение. Определение координаты тела (9 класс, 10 класс)
	Фиксация сигнала о касании к экрану	Проводники и диэлектрики (8 класс, 10 класс).
Ёмкостный сенсорный экран	Фиксация сигнала о касании к экрану	Конденсатор. Ёмкость конденсатора (10 класс)
	Нахождение значения координат точек касания	Перемещение. Определение координаты тела (9 класс, 10 класс)

Соответствие этапа функционирования технического устройства и темы школьного курса физики, в которой этот этап функционирования может быть изучен

Компьютерная клавиатура	Генерация сигнала для компьютера о нажатии клавиши	Конденсатор. Ёмкость конденсатора (10 класс)
Динамик	Движения проводника с током (обмотки динамика) в магнитном поле	Сила Ампера (8 класс, 11 класс)
	Возникновение колебаний в проводящей части	Переменный ток (9 класс, 11 класс)
	Возникновение механических колебаний в мембране	Гармонические колебания (9 класс, 11 класс)
	Регулирование громкости звука	Зависимость сопротивления от геометрических размеров проводника (8 класс, 10 класс)
	Регулирование высоты тона	Звуковые волны. Звук (9 класс, 11 класс)
ЖК монитор	Взаимодействие электрического поля с жидкими кристаллами	Кристаллические и аморфные тела (8 класс, 10 класс).
	Появление изображения на экране	Поляризация света (11 класс)
Цифровой фотоаппарат	Формирование изображения на матрице	Линзы. Построение изображения в линзе (8 класс, 11 класс).
	Попадание изображение в видеосканер	Отражение света. Плоское зеркало (8 класс, 11 класс).
	Оцифровка изображения	Транзистор (10 класс). Фотоэффект (11 класс)
	Сохранение изображения	Транзистор (10 класс)
Веб камера	Формирование изображения на матрице	Линзы. Построение изображения в линзе (8 класс, 11 класс).
	Формирование и оцифровка изображения	Транзистор (10 класс)

Из представленной таблицы видно, что в процессе изучения определённых тем школьного курса физики возможно изучение конкретного этапа функционирования того или иного технического устройства. В связи с многообразием представленных технических устройств передачи и обработки информации целесообразно выделить их типы по конкретному продукту деятельности и назначению. Проведённый анализ имеющихся технических устройств позволяет с некоторой условностью объединить их в следующие типы:

- устройства передачи и приёма информации;
- устройства обработки информации;
- устройства хранения информации.

Эта условность объясняется тем, что, конкретные технические устройства, предназначенные для передачи и обработки информации, могут в своей структуре содержать все (или часть) названных элементов. Предложенное же деление позволяет упростить и предложить единый подход к изучению технических устройств.

Рассмотрим технические устройства обработки информации, но сначала уточним содержание терминов «информация» и «передать». «Информация – это сведения...» [1].

Анализ содержания этого понятия позволил выделить общие для данных процессов структурные элементы. Ими являются: 1) содержание информации, 2) знаковая форма информации, 3) материальный носитель информации. Очевидно, что при передаче или обработке информации содержание ее должно оставаться неизменным. Изменениям может подвергаться или знаковая форма, или носитель информации, или знаковая форма и носитель информации одновременно. Данные изменения происходят с помощью физических явлений.

Обработка информации – это решение информационной задачи, или процесс

перехода от исходных данных к результату. Как уже было сказано ранее, в связи с тем, что информация имеет три аспекта, то изменять, преобразовывать и т. д. можно содержательную часть, знаковую форму и объект – носитель информации, причём, либо каждый из них, либо в каждом сочетании, либо все три сразу. Тогда цель деятельности по осуществлению обработки информации может быть сформулирована так: преобразовать знаковую форму данной информации; преобразовать объект – носитель данной информации; преобразовать знаковую форму и объект – носитель информации без изменения её содержательной части [3].

Процесс обработки информации можно представить в виде следующей структурной схемы (рис. 3).

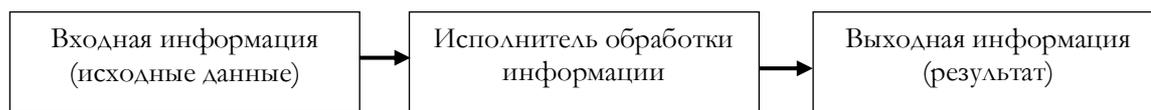


Рис. 3. Схема процесса обработки информации

Необходимо отметить, что исполнитель обработки информации может быть представлен как одним техническим элементом, так и представлять собой совокупность взаимодействующих между собой различных технических элементов.

Если изначально входная информация представляется в виде, удобном для восприятия человеком (звуковые сигналы, графические символы), то для последующего ввода её в устройство с целью передачи или хранения необходимо осуществить преобразование её знаковой формы и носителя информации. Действительно, это может быть преобразование мысленного образа, находящегося в голове человека, рукописного текста или звука, издаваемого звуковым аппаратом, в форму, пригодную для использования в технических устройствах – компьютере, смартфоне и др.

К устройствам обработки информации относятся:

- устройства ввода информации;
- устройства вывода информации;
- координатные (указательные) устройства ввода.

В настоящее время существует большое число устройств ввода и вывода информации. К устройствам вывода информации относятся: монитор, звуковые колонки, наушники, принтеры и другие.

Рассмотрим на примере представленных ниже фрагментов урока физики возможность изучения на уроке одного из этапов принципа работы технического устройства вывода информации, на примере процесса печати на лазерном принтере.

Фрагмент № 1

Тема урока: Удельная теплота плавления.

Плавление аморфных тел.

Класс: 8.

Этап урока согласно требованиям ФГОС: этап применения полученных знаний.

Учитель: Итак, ребята, перед вами изображения устройства, которым мы все достаточно часто пользуемся. Что это за устройство?

Ученики: Лазерный принтер.

Учитель: Правильно. Ребята, а с помощью чего принтер печатает изображение, т.е. что является его печатающим веществом.

Ученики: Специальный порошок, который называется тонер.

Учитель: Ребята, у вас на столах есть лист бумаги. Положите его перед собой. Посыпьте на него немного порошка таким образом, чтобы появилось изображение, например, первая буква вашего имени.

Ученики: Готово.

Учитель: Подуйте на лист или потрясите его. Что произошло с вашим изображением?

Ученики: Порошок разлетелся в разные стороны.

Учитель: Теперь возьмите листок с напечатанным изображением. Потрясите его, подуйте на него или сомните. Что происходит с изображением?

Ученики: Практически ничего.

Учитель: Почему в первом случае порошок разлетелся в разные стороны, а во втором – нет?

Ученики: Наверное, потому, что порошок впечатан в бумагу.

Учитель: Правильно. Но давайте вспомним, какие вещества в большей степени пачкают одежду – жидкие или твёрдые?

Ученики: Жидкие.

Учитель: То есть, что должно произойти с тонером, чтобы мы имели возможность впечатать его в бумагу и, что должно произойти с ним, чтобы изображение оставалось на бумаге?

Ученики: Он должен перейти из твёрдого состояния в жидкое и засохнуть на бумаге.

Учитель: Ребята, как называются эти явления?

Ученики: Плавление и отвердевание.

Учитель: То есть, что мы должны сделать с тонером?

Ученики: Сначала расплавить, а потом дать возможность отвердеть.

Учитель: Проверим вашу гипотезу на опыте. Я беру лист бумаги, и кладу его на сковороду. Сковороду я ставлю на заранее включённую электрическую плитку. Посыпаю на лист немного тонера. Что мы видим?

Ученики: Тонер размягчается.

Учитель: Как называется такое состояние вещества?

Ученики: Вязкое.

Учитель: Правильно. Исходя из этого, каким веществом будет являться тонер? Кристаллическим или аморфным?

Ученики: Аморфным.

Учитель: Верно. Как только тонер становится вязким, я с помощью валика вдавливаю его в листок и затем отключаю нагрев. Мы получаем изображение на листе. Давайте потрясём наш листок. Что-нибудь произошло с изображением?

Ученики: Нет.

Учитель: Тогда последний вопрос. Почему, когда только что распечатанный на принтере лист бумаги является горячим.

Ученики: Для того, чтобы тонер закрепился на бумаге его необходимо перевести в вязкое состояние, а это невозможно осуществить без нагревания. Поэтому бумага какое-то время остаётся горячей.

Учитель: Ваше домашнее задание:

- 1) В интернете выяснить информацию о том, действительно ли является тонер аморфным веществом?
- 2) Выяснить, можно ли использовать в качестве тонера кристаллические вещества? Почему?
- 3) Экспериментальное задание. Прodelать опыт, который вы видели на уроке дома. Только вместо тонера необходимо использовать воду с большим содержанием сахара или кока-колу. Воду или кока-колу наносите на бумагу с помощью кисточки. В качестве нагревателя можете использовать сковороду или тостер. Обязательно принесите на следующий урок листочки с полученным изображением.

Фрагмент № 2

Тема урока: Электризация тел при соприкосновении. Взаимодействие заряженных тел.

Класс: 8.

Этап урока согласно требованиям ФГОС: создание проблемной ситуации.

Учитель: Ребята, недавно мы с вами говорили о лазерном принтере, точнее о том, как происходит закрепление тонера на бумаге. Напомните, мне пожалуйста, какие явления лежат в основе этого?

Ученики: Явление плавления и отвердевания аморфных тел.

Учитель: Ребята, а если посмотрим на листок бумаги, тонер там расположен по всей поверхности листа или только на определённых участках?

Ученики: На определённых.

Учитель: А вы знаете, какое явление помогает тонеру попадать именно на «нужные» участки на поверхности бумаги?

Ученики: Нет.

Учитель: Сегодня на уроке мы узнаем, почему это происходит.

Этап урока согласно требованиям ФГОС: применение полученных знаний.

Учитель: Итак, ребята, возвращаемся к вопросу, который у нас возник в начале урока: почему тонер попадает только на определённые места бумаги. Но сначала ответьте на такой вопрос, каким свойством должны обладать тела, чтобы они начали притягиваться друг к другу?

Ученики: Они должны иметь электрические заряды, то есть они должны быть заряжены.

Учитель: Заряды каких знаков должны быть у тел?

Ученики: Противоположные.

Учитель: То есть, если тонер притягивается к определённым участкам бумаги, то...?

Ученики: Эти части бумаги и тонеры имеют противоположные по знаку электрические заряды.

Учитель: Абсолютно верно. А теперь проверим вашу гипотезу с помощью эксперимента. Возьмём эбонитовую палочку и потрём её о шерсть. Как заряжается палочка?

Ученики: Отрицательно.

Учитель: Верно. Возьмём лист бумаги и лёгким касанием палочки сделаем очертание какой-нибудь буквы, например, А. Посмотрите на лист. Что вы можете сказать о нём?

Ученики: На нём ничего нет, он чистый.

Учитель: Теперь я посыплю по всей поверхности листа немного тонера и затем удалю его. Посмотрите на лист? Что вы видите?

Ученики: Те, участки на которых остался тонер образуют изображение буквы А.

Учитель: Ребята, почему так произошло?

Ученики: Наверное, потому, что те участки бумаги, над которыми проводили палочкой оказались заряженными и тонер к ним притянулся.

Учитель: Абсолютно верно.

Учитель: Как заряд оказался на бумаге? И почему незаряженный тонер к ней притянулся?

Учитель: Ответы на эти вопросы вы найдёте на следующих уроках. А сейчас ваше домашнее задание.

1) Выяснить, используя интернет, действительно ли в процессе печати на лазерном принтере тонер и бумага заряжаются?

2) Предложить способ того, как с помощью листа бумаги и пластиковой расчёски (или другого пластикового предмета) оставить послание, прочесть которое невозможно без использования мелких частичек (ворсинки, мелкие кусочки бумаги и т. д.).

Заключение

Как видно из представленных фрагментов, при изучении определённых тем школьного курса физики возможно изучение конкретных функциональных этапов работы устройств различных технических устройств передачи и обработки информации. Практический опыт авторов показывает, что использование предложенного метода позволяет решить крайне актуальную проблему каждого практикующего учителя, а именно: повысить интерес и мотивацию к изучению физики как предмета.

Список литературы

1. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка.; Политехнический словарь / под ред. И. И. Артоболевского. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 572 с.
2. Ракин, Г. В. Единый подход изучения физических основ процесса обработки информации с применением современных технических устройств

- Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Актуальные решения проблем водного транспорта: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Астрахань, 28 апреля 2022 года. – Астрахань: Индивидуальный предприниматель Сорокин Роман Васильевич (Издатель: Сорокин Роман Васильевич), 2022. – С. 461-465.
3. 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.
 4. Ракин, Г. В. Изучение в средней школе физических основ принципов работы устройств хранения информации / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Образование в цифровую эпоху: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Астрахань, 25–26 апреля 2019 года. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2019. – С. 141-144.
 5. Ракин, Г. В. Исследование возможности формирования у школьников системы знаний о физических основах работы современных устройств передачи и обработки информации в процессе изучения физики / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов, Г. П. Стефанова // Физика в системе современного образования (ФССО-2019): Сборник научных трудов XV Международной конференции, Санкт-Петербург, 03-06 июня 2019 года / Под редакцией Ю.А. Гороховатский, Л.А. Ларченкова. Том 2. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. – С. 240-244.
 6. Ракин, Г. В. Методика обучения учащихся общему подходу к изучению процессов передачи и обработки информации с применением технических устройств / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Школа будущего. – 2022. – № 3. – С. 160-165. – DOI 10.55090/19964552_2022_3_160_165.
 7. Ракин, Г. В. Обобщённый метод решения практических задач, связанных с обработкой, хранением и передачей цифровой информации в повседневной жизни / Г. В. Ракин // Цифровая образовательная среда - интеграционная платформа развития учителя и учащегося: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Армавир, 27–28 ноября 2020 года. – Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2021. – С. 185-188.
 8. Ракин, Г. В. Проблема формирования у учащихся средней школы системы знаний о физических основах работы современных технических устройств передачи и обработки информации / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Проектная деятельность: новый взгляд на образование: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Астрахань, 24–25 апреля 2018 года. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2018. – С. 199-203.
 9. Ракин, Г. В. Применение факультативного курса «Физика смартфона и компьютера» в старшей школе / Г. В. Ракин, В. В. Смирнов // Конвергенция современных образовательных политик для решения проблем Каспийского региона. Приоритет - 2030: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Астрахань, 21–22 апреля 2022 года. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», 2022. – С. 157-161. – DOI 10.54398/9785992613698_157.
 10. 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. – DOI 10.17513/spno.29785.
 11. Стефанова, Г. П. Обучение школьников общему подходу изучения процессов передачи и обработки информации с применением технических устройств на уроках физики / Г. П. Стефанова, Г. В. Ракин // Физика в школе. – 2022. – № 3. – С. 19-26. – DOI 10.47639/0130-5522_2022_3_19.
 12. Стефанова Г. П. Подготовка учащихся к практической деятельности при обучении физике. Пособие для учителя – Астрахань: Изд-во Астраханского гос. пед. ун-та, 2001. – 184 с.

References

1. Ozhegov S. I. *Tolkovyi slovar' russkogo iazyka.; Politekhnicheskii slovar' / pod red. I. I. Artobolevskogo.* Moskva: Sov. entsiklopediia, 1976. 572 p.
2. Rakin, G. V. *Edinyi podkhod izucheniia fizicheskikh osnov protsessa obrabotki informatsii s primeneniem sovremennykh tekhnicheskikh ustroystv / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Aktual'nye resheniia problem vodnogo transporta: Sbornik materialov I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Astrakhan', 28 apreliia 2022 goda.* Astrakhan': Individual'nyi predprinimatel' Sorokin Roman Vasil'evich (Izdatel': Sorokin Roman Vasil'evich), 2022. pp. 461-465.
3. Rakin, G. V. *Izuchenie vozmozhnosti formirovaniia znaniu o fizicheskikh osnovakh raboty ustroystv peredachi informatsii u uchashchikhsia srednei shkoly / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Metodicheskii po-isk: problemy i resheniia.* 2019. vol. 1(27). pp. 60-63.
4. Rakin, G. V. *Izuchenie v srednei shkole fizicheskikh osnov printsipov raboty ustroystv khraneniia informatsii / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Obrazovanie v tsifrovuiu epokhu: problemy i perspektivy: sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Astrakhan', 25–26 apreliia 2019 goda.* Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi universitet, Izdatel'skii dom «Astrakhanskii universitet», 2019. pp. 141-144.
5. Rakin, G. V. *Issledovanie vozmozhnosti formirovaniia u shkol'nikov sistemy znaniu o fizicheskikh osnovakh raboty sovremennykh ustroystv peredachi i obrabotki informatsii v protsesse izucheniia fiziki / G. V. Rakin, V. V. Smirnov, G. P. Stefanova // Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniia (FSSO-2019): Sbornik nauchnykh trudov KHV Mezhdunarodnoi konferentsii, Sankt-Peterburg, 03–06 iunია 2019 goda / Pod redaktsiei IU.A. Gorokho-vatskii, L.A Larchenkova. Tom 2. Sankt-Peterburg: Rossiiskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet im. A. I. Ger-tsenia, 2019. pp. 240-244.*
6. Rakin, G. V. *Metodika obucheniia uchashchikhsia obshchemu podkhodu k izucheniiu protsessov peredachi i obrabotki informatsii s primeneniem tekhnicheskikh ustroystv / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // SHkola budushchego.* 2022. vol. 3. pp. 160-165. DOI 10.55090/19964552_2022_3_160_165.
7. Rakin, G. V. *Obobshchennyi metod resheniia prakticheskikh zadach, sviazannykh s obrabotkoi, khraneniem i peredachei tsif-rovoi informatsii v povsednevnoi zhizni / G. V. Rakin // TSifrovaia obrazovatel'naia sreda - integratsionnaia platforma razvitiia uchitelia i uchashchegosia: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Armavir, 27–28 noiabria 2020 goda.* Armavir: Armavirskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 2021. pp. 185-188.
8. Rakin, G. V. *Problema formirovaniia u uchashchikhsia srednei shkoly sistemy znaniu o fizicheskikh osnovakh raboty sovremennykh tekhnicheskikh ustroystv peredachi i obrabotki informatsii / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Proektnaia deiatel'nost': novyi vzgliad na obrazovanie: sbornik trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Astrakhan', 24–25 apreliia 2018 goda.* Astrakhan': Izdatel'skii dom "Astrakhanskii universitet", 2018. pp. 199-203.
9. Rakin, G. V. *Primenenie fakul'tativnogo kursa "Fizika smartfona i komp'iutera" v starshei shkole / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Konvergentsiia sovremennykh obrazovatel'nykh politik dlia resheniia problem Kaspiiskogo regiona. Prioritet - 2030: Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Astrakhan', 21–22 apreliia 2022 goda.* Astrakhan': Federal'noe gosudarstvennoe biudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Astrakhanskii gosudarstvennyi universitet», 2022. pp. 157-161. DOI 10.54398/9785992613698_157.
10. Rakin, G. V. *Formirovanie u shkol'nikov sistemy znaniu o fizicheskikh osnovakh raboty sovremennykh ustroystv peredachi i obrabotki informatsii / G. V. Rakin, V. V. Smirnov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia.* 2020. vol. 2. pp. 87. DOI 10.17513/spno.29785.

11. Stefanova, G. P. Obuchenie shkol'-nikov obshchemu podkhodu izucheniia protsessov peredachi i obrabotki informatsii s primeneniem tekhnicheskikh ustroystv na urokakh fiziki / G. P. Stefanova, G. V. Rakin // Fizika v shkole. 2022. vol. 3. pp. 19-26. DOI 10.47639/0130-5522_2022_3_19.

12. Stefanova G. P. Podgotovka uchashchikhsia k prakticheskoi deiatel'nosti pri obuchenii fizike. Posobie dlia uchitel'ia – Astrakhan': Izd-vo Astrakhanskogo gos. ped. un-ta, 2001. 184 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ABOUT THE AUTHORS

Ракин Григорий Валерьевич, старший преподаватель кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени ген.-адм. Ф.М. Апраксина — филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»; учитель физики, МБОУ «СОШ им. А. Джанибекова с. Растопуловка», 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, 6, grisha_rakin@mail.ru

Смирнов Владимир Вячеславович, д.п.н., Каспийский институт морского и речного транспорта имени ген.-адм. Ф.М. Апраксина — филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, 6, smirnov.v.aspu@mail.ru

Grigorij V. Rakin, Senior lecturer of the Department «Mathematical and Natural Sciences», Caspian Institute of Sea and River Transport named after gen.-adm. F.M. Apraksin — the affiliation VSUWT, Secondary school named after A. Dzhanibekov, 6 Nikolskaya St, Astrakhan, 414000, Russia

Vladimir V. Smirnov, Doctor of pedagogical science, Caspian Institute of Sea and River Transport named after gen.-adm. F.M. Apraksin — the affiliation VSUWT, 6 Nikolskaya St, Astrakhan, 414000, Russia