



ВЕСТНИК

пермского государственного
гуманитарно-педагогического
университета

13 • 2017

серия

**Информационные
компьютерные
технологии
в образовании**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

Кафедра мультимедийной дидактики и информационных технологий обучения

12 +

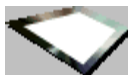
ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия

**«Информационные компьютерные технологии
в образовании»**

ВЫПУСК 13 / 2017

Научный журнал



Пермь
ПГГПУ
2017

**Учредитель – ГОУ ВПО «Пермский государственный педагогический университет»
Издатель – ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет»**

Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия «Информационные компьютерные технологии в образовании»: научный журнал / ред. кол.: А.К. Колесников (науч. ред.), Е.В. Оспенникова (гл. ред.), Е.А. Еремин; Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т. – Пермь, 2017. – Вып. 13. – 110 с. – 32,7 Мб.

Представлены результаты педагогических исследований по актуальным проблемам информатизации образования. Обсуждаются структура и содержание виртуальной среды обучения, перспективы ее развития. Рассматриваются вопросы методики применения цифровых информационных ресурсов в учебном процессе средней общеобразовательной школы и вуза. Анализируются направления инновационного обновления учебной практики в условиях непрерывно развивающейся системы ресурсов и инструментов виртуальной среды. Излагаются научно-методические подходы к разработке учебных занятий и особенности их организации с применением средств ИКТ, дано описание опыта работы учителей средних общеобразовательных школ и преподавателей вузов по использованию компьютерных технологий в обучении.

Издание адресовано научным сотрудникам и преподавателям вузов, аспирантам, магистрантам и бакалаврам педагогических университетов, учителям средних общеобразовательных школ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

А.К. КОЛЕСНИКОВ – ректор ПГГПУ, проф. (научный редактор)
Е.В. ОСПЕННИКОВА – д-р пед. наук, проф. (главный редактор)
Е.А. ЕРЕМИН – канд. физ.-мат. наук, доц. (зам. главного редактора)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ВЫПУСКА:

Е.В. ОСПЕННИКОВА – д-р пед. наук, проф. (главный редактор)
Е.А. ЕРЕМИН – канд. физ.-мат. наук, доц. (зам. главного редактора)
И.В. ИЛЬИН – канд. пед. наук (выпускающий редактор)
А.А. ОСПЕННИКОВ – канд. пед. наук (выпускающий редактор)

Журнал включен в «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)
(дата регистрации № 270-04/2014 от 28.04.2014)

Журнал зарегистрирован как сериальное сетевое издание в международном регистрационном каталоге
(ISSN International Centre. Франция, Париж)

Сайт журнала Вестник ПГГПУ. Серия «Информационные компьютерные технологии в образовании»
URL: <http://mdito.pspu.ru/?q=node/89>

Электронная почта журнала: e-mail: gio@pspu.ru – Оспенниковой Елене Васильевне

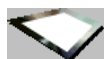
Печатается по решению редакционно-издательского совета
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета



АВТОРЫ

- ♦ **АНТОНОВА Дарья Андреевна** • соискатель кафедры мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, специальность 13.00.2 – «Теория и методика обучения и воспитания (физика)», преподаватель кафедры английского языка Пермского государственного национального исследовательского университета
- ♦ **БАЯНДИН Дмитрий Владиславович** • кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Пермского национального исследовательского политехнического университета
- ♦ **ЕРЕМИН Евгений Александрович** • кандидат физико-математических наук, доцент кафедры мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
- ♦ **ИЛЬИН Иван Вадимович** • кандидат педагогических наук, доцент кафедры мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике Пермского государственного национального исследовательского университета
- ♦ **ЛОЗОВАЯ Валерия Эдуардовна** • магистрант физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, направление подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование», магистерская программа «Информационные системы и технологии в образовании и корпоративном обучении»
- ♦ **КАПИСЬ Дарья Михайловна** • студентка физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль «Информационные технологии в образовании»
- ♦ **МУХИН Олег Игоревич** • кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и автоматизированных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета, профессор кафедры мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
- ♦ **ОСПЕННИКОВ Никита Андреевич** • кандидат педагогических наук, инженер кафедры мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
- ♦ **ОСПЕННИКОВА Елена Васильевна** • доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой мультимедийной дидактики и ИТО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета

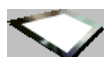
СОДЕРЖАНИЕ



ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ЕРЕМИН Е.А.

РАЗРАБОТКА ИСПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ПРОЦЕССА
ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ • С. 5–18



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ. ОБУЧЕНИЕ И ВОСПИТАНИЕ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

МУХИН О.И.

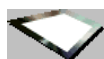
ФОРМИРОВАНИЕ ТАЛАНТА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ. МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ
ОДАРЕННЫХ И ТАЛАНТЛИВЫХ УЧАЩИХСЯ • С. 19–33

МУХИН О.И.

ФОРМИРОВАНИЕ ТАЛАНТА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ. ФОРМУЛА ТАЛАНТА
И МЕТОД ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ • С. 34–41

БАЯНДИН Д. В.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
В РАМКАХ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ • С. 42–63



ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ: РАЗРАБОТКА И МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ

АНТОНОВА Д.А.

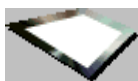
ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ УЧЕБНЫХ МОДЕЛЕЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ
МАКСИМАЛЬНО РЕАЛИСТИЧНОГО ИНТЕРФЕЙСА • С. 64–74

ОСПЕННИКОВА Е.В., ОСПЕННИКОВ Н.А., КАПИСЬ Д.М.

ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РЕШЕНИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ • С. 75–97

ЛОЗОВАЯ В.Э., ИЛЬИН И.В.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ИНСТРУМЕНТ
ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ
• С. 98–110



УДК 004.4
ББК В183.5

Е.А. Еремин

РАЗРАБОТКА ИСПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ПРОЦЕССА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Вся современная вычислительная техника строится на базе многоядерных процессоров, где каждое ядро работает по отдельной программе. Разработка алгоритмов для таких компьютерных систем требует дополнительных знаний. Поэтому уже в школе необходимо начинать объяснять наиболее важные идеи, лежащие в основе параллельных алгоритмов. В статье описывается разработанный автором параллельный исполнитель, которого можно использовать для этой цели, и его программная реализация. Обосновывается, почему важно решать вычислительные задачи, а не только рассматривать всевозможные «жизненные» аналогии. Разбирается несколько примеров, демонстрирующих, что параллельные алгоритмы могут давать преимущества по сравнению с традиционными, но только при соблюдении определенных условий. Последнее обстоятельство еще раз подтверждает практическую пользу от изучения особенностей параллельных вычислений.

К л ю ч е в ы е с л о в а : исполнитель, алгоритм, удвоитель, параллельные вычисления, обучение, информатика, школа.

Для изучения основ алгоритмизации и программирования в школьном курсе информатики широко используются всевозможные исполнители. Достаточно назвать учебные пакеты «Роботландия» и «КуМир», языки программирования Лого и Скрэч, а также более скромных, но не менее известных исполнителей вроде «Кенгуренка» и «Паркетчика». Они выглядят очень по-разному, но с успехом применяются при знакомстве с базовыми правилами разработки алгоритмов и простейшими приемами программирования.

Изучение основ программирования на базе любого исполнителя дает учителю целый ряд преимуществ. Простую систему команд исполнителя, специально разработанного для школьников, освоить гораздо проще, чем операторы универсального языка программирования, рассчитанного на специалистов. Да и сама среда разработки программ для исполнителей существенно проще. Кроме того, поведение исполнителя всегда детально визуализируется на экране дисплея, что также облегчает усвоение материала.

На сегодняшний день методика изучения классических алгоритмов с помощью исполни-

телей достаточно хорошо разработана. Тем не менее развитие вычислительной техники выдвигает новые задачи. В частности, широкое распространение многоядерных процессоров, которые сейчас стоят в любом компьютере и во всех современных бытовых электронных устройствах, требует изучения проблем параллельной организации алгоритмов.

Первые исполнители для знакомства с особенностями параллельной работы уже придуманы, например, «Директор строительства» [1] и «Танковый экипаж» [4]. Тем не менее они моделируют совместную деятельность людей, но не параллельные вычисления в компьютерной системе. Не отвергая полезности названных работ, автор поставил цель создать исполнителя для решения именно вычислительных задач с тем, чтобы максимально возможно приблизиться к основам работы современных компьютеров (не выходя в то же время за пределы возможностей среднего ученика).

1. Почему нужен именно вычислитель?

Предварительно рассмотрим вопрос, достаточно ли в школьном курсе объяснить идеи параллельной обработки данных на различных аналогиях вроде совместного написания статей для классной стенгазеты. По мнению автора, такой «облегченный» подход к изложению материала ведет к слишком поверхностным представлениям у учеников.

Педагогический опыт свидетельствует, что использование на уроках метода аналогий имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Особенно подробно этот вопрос изучен в связи с решением различных математических задач, где проще увидеть возникающие ошибки и объяснить их причины. При умелом применении метод действительно может существенно улучшать знания учеников, тем не менее «постоянное применение аналогий в педагогическом процессе таит в себе большую опасность привития учащимся склонности к пользованию ложными аналогиями» [6]. Причина такой опасности заключается в следующем. «Основанием всякого заключения по аналогии служит ожидание нового сходства между предметами, вызванное сходством между ними, раньше замеченным. Между сходными в каком-либо отношении объектами может даже вовсе не оказаться никакого дальнейшего сходства, а может быть, оно и есть, да идет не в том направлении, в каком мы его ждем» [6]. Иными словами, коллективная подготовка стенгазеты вполне может проиллюстрировать некоторые трудности совместной работы, но не каждая проблема в этой области наблюдается в ходе параллельных вычислений в компьютерной системе. К тому же, как писал Я. Коменский, «... всему, чему обучаешь, нужно обучать прямо, а не окольными путями» [3].

В подтверждение высказанной точки зрения по поводу недостаточности аналогий для глубокого усвоения знаний имеются и экспериментальные данные. В частности, интересные результаты описаны в обзорной статье [10] с броским названием «Исследования предлагают учителям математики выбросить теннисные мячи и ломтики пиццы». В ней кратко изложены результаты экспериментов, проведенных группой исследователей из университета штата Огайо. Ученикам колледжа было предложено изучить простую, но незнакомую математическую систему, по существу, набор правил. Одни изучали ее с помощью чисто абстрактных символов, а другие – на конкретных примерах вроде слияния жидкости в мерной посуде. Затем учеников тестировали в другой ситуации, которая базировалась на той же самой математике (причем им специально говорилось, что только что полученные знания можно применить и в новой ситуа-

ции). Как оказалось, учащиеся, которые изучали ситуацию абстрактно, справились с заданием намного лучше. Исследователи объяснили наблюдаемый эффект тем, что детали реального мира затмевали лежащую в основе правил математику, и потому ученики не могли перенести свои знания на новую проблему: второстепенная информация слишком отвлекала их внимание от сути задачи.

В качестве дополнительного аргумента в пользу разработки исполнителя-вычислителя хотелось бы указать на возможность попутного знакомства с наиболее важными принципами параллельной архитектуры компьютеров, что невозможно при разборе параллельной работы только на основе аналогий с совместной деятельностью людей.

Таким образом, все рассмотренные соображения делают изучение параллельных технологий на базе именно вычислительных задач вполне оправданным.

2. Устройство параллельного вычислителя

За основу исполнителя-вычислителя автором был взят простейший вычислительный автомат, который часто называют *удвоителем*. Автомат умеет умножать число на два или прибавлять к нему единицу. Трудно проследить, кто первым предложил рассматривать на уроках этот несложный исполнитель, но он встречается уже в упражнениях к пробным учебникам информатики [7, с. 34] и [5, с. 24] (правда, название «удвоитель» там не используется). Задачи про удвоитель также встречаются в ЕГЭ. Часто в них предлагается найти оптимальное по количеству команд решение [8].

Рассмотрим, как можно усовершенствовать модель удвоителя чтобы дать ему возможность проводить параллельные вычисления.

Предположим, что у нас есть несколько удвоителей, способных работать параллельно. Будем в дальнейшем называть их для краткости параллельными удвоителями (ПУ). Присвоим каждому такому устройству номер. Удобно, чтобы он состоял из одной цифры; тогда максимально возможное количество удвоителей будет 10: от ПУ0 до ПУ9.

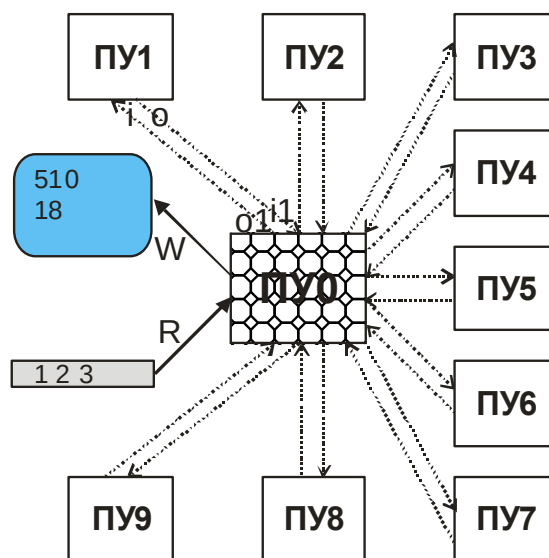


Рис. 1. Схема обмена данными между удвоителями

Чтобы система из нескольких устройств работала согласованно (синхронно), необходимо ею как-то управлять. Примем, что одно из устройств, скажем, ПУ0, является управляющим: помимо операций, выполняемых обычным удвоителем, оно способно передавать остальным ПУ данные и принимать от них результаты (рис. 1). Будем также полагать, что все числовые аргументы в нашу вычислительную систему вводятся именно в ПУ0 и только оттуда результаты вычислений могут выводиться на экран. По сути, ПУ0 делает то, что в реальных компьютерах выполняет многопроцессорная (многоядерная) операционная система.

Для простоты не будем рассматривать детали загрузки и запуска программ в нашей параллельной вычислительной системе. Будем считать, что при нажатии кнопки «Загрузить» программы из файла каким-то образом распределяются по ПУ, а затем при нажатии кнопки «Пуск» одновременно начинают выполняться.

3. Система команд исполнителя

3.1. ПУ1 – ПУ9

Начнем с более простой системы команд «периферийных» вычислителей ПУ1 – ПУ9 (табл. 1). Их главные команды, как и в случае классического удвоителя, это умножение на два (кратко будем обозначать эту команду 2) и прибавление единицы (команда 1). Будем считать, что эти действия производятся над числами, находящимися в специальном регистре устройства – *сумматоре* (сокращенно – см).

Таблица 1

Команды ПУ1 – ПУ9

Команда	Действие	Такты
1	$см = см + 1$	1
2	$см = см * 2$	1
0	$см = 0$	1
<i>операции обмена данными</i>		
i	ввод значения из ПУ0 в см	2+ожидание
o	вывод значения из см в ПУ0	3+ожидание
A	$см = см + \text{введенное число}$	2+ожидание
<i>операции с памятью</i>		
M0	$M = 0$	1
MW	$M = см$	1
M+	$M = M + см$	1
MR	$см = M$	1

Очевидно, что начальное значение сумматора не определено. Можно предложить для инициализации сумматора заносить туда ноль [5] (команда 0). А можно для расширения количества задач предусмотреть ввод начального значения в сумматор из главного удвоителя ПУ0 (команда i). Альтернативная команда ввода A отличается от i только тем, что вводимое число суммируется со значением, лежащим в сумматоре, а не замещает его.

Последняя из операций обмена данными – команда o, возвращает результат вычислений из сумматора в центральный удвоитель ПУ0.

Для того чтобы не путать между собой команды 0 и o , а также 1 и I , в тексте статьи при обозначении этих команд везде будут использованы строчные латинские буквы.

Еще раз подчеркнем, что каждый из ПУ1 – ПУ9 способен обмениваться данными только с ПУ0, но не между собой. Кроме того, невозможно напрямую ввести в них исходные числа или сразу вывести результат вычислений на экран: такими функциями наделен лишь ПУ0.

Для расширения спектра решаемых задач в ПУ добавлена ячейка памяти (Вспомним, что она есть даже в самой примитивной модели калькулятора!) Память обслуживается четырьмя командами: $M0$ обнуляет содержимое ячейки памяти, MW записывает в нее число из сумматора, MR производит обратное действие, т.е. читает содержимое ячейки в сумматор, и, наконец, $M+$ прибавляет к числу, которое хранится в памяти, содержимое сумматора.

В последнем столбце табл. 1 указано количество условных машинных тактов, которое необходимо для выполнения каждой операции. Время вычислений прямо пропорционально количеству тактов, что дает возможность легко сравнивать между собой эффективность различных алгоритмов.

Предполагается, что все вычислительные инструкции выполняются за 1 такт, как это происходит в современных процессорах. Команды ввода при отсутствии ожидания требуют 2 такта, а вывода – 3 («несимметрия» обусловлена принятым в модели алгоритмом обмена – см. 3.3).

3.2. ПУ0

ПУ0 обладает во многом похожей системой команд (табл. 2). Поэтому кратко опишем только ее особенности.

Таблица 2

Команды ПУ0

Команда	Действие	Такты
1	$cm = cm + 1$	1
2	$cm = cm * 2$	1
0	$cm = 0$	1
<i>операции обмена данными</i>		
iN	ввод значения из ПУ N в см	2+ожидание
oN	вывод значения из см в ПУ N	3+ожидание
AN	$cm = cm +$ введенное число	2+ожидание
R	чтение значения в см	2
R+	$cm = cm +$ прочитанное число	2
W	вывод значения из см на экран	2
<i>операции с памятью</i>		
$M0$	$M = 0$	1
MW	$M = cm$	1
$M+$	$M = M + cm$	1
MR	$cm = M$	1

Первое различие между табл. 1 и 2 состоит в записи команд обмена. Поскольку ПУ0 способен обмениваться с любым из остальных ПУ, в команде требуется обязательно указывать номер нужного ПУ. Команды $i0$, $o0$ и $a0$ для ПУ0 лишены смысла (устройству незачем передавать

данные самому себе), поэтому их появление в тексте программы фиксируется как ошибка. С другой стороны, ПУ1 – ПУ9 могут обмениваться данными только с ПУ0, поэтому здесь номер указывать не нужно.

Выделенные в таблице жирным шрифтом команды *R* и *W* дают ПУ0 возможность принимать аргументы для вычислений и выводить результаты на экран. И устройство ввода, и устройство вывода предполагаются «быстрыми», поэтому указанные команды всегда выполняются без ожидания за 2 такта.

3.3. Алгоритм обмена

Рассмотрим алгоритм обмена данными между двумя ПУ. Цель отдельно взятой операции обмена – передать число (аргумент для счета или конечный результат) из одного ПУ в другой. Чтобы это сделать, ПУ-источник данных должен выполнить команду *o*, а ПУ-приемник – парную ей команду *i* (см. ПУ1 на рис. 1). Главная трудность здесь заключается в том, что ПУ работают независимо друг от друга и начало вывода данных ПУ-источником не обязательно совпадает по времени с началом их ввода у ПУ-приемника. А значит, в параллельной вычислительной системе нужно предусмотреть специальный механизм согласования (синхронизации) процесса обмена.

Схема алгоритма обмена данными для оптимального случая (когда команды *o* и *i* наилучшим образом совпадают по времени) приведена в табл. 3.

Таблица 3

Алгоритм обмена данными

<i>Источник данных</i> (выполняет команду <i>o</i>)	<i>Приемник данных</i> (выполняет команду <i>i</i>)
Такт 1: начало команды <i>o</i>: помещает данные из см в регистр вывода, выставляет сигнал готовности данных	Проводит вычисления
Такт 2: ожидание ожидает подтверждения приема	Такт 1: начало команды <i>i</i>: фиксирует готовность, принимает данные в регистр ввода и выставляет сигнал о приеме
Такт 3: завершение фиксирует прием и завершает операцию	Такт 2: завершение передает число из регистра ввода в см и завершает операцию

Если же один из ПУ занят вычислениями и поэтому к обмену пока не готов, то появляются дополнительные такты ожидания.

Отметим, что описанный алгоритм обмена действительно является одним из возможных механизмов передачи данных между двумя электронными устройствами (см, например, описание посылки процессором данных на принтер в известном справочнике [2, с. 411]).

4. Примеры программ

4.1. Тест обмена данными

Тест передает в ПУ1 и ПУ2 число, соответствующее номеру ПУ, а те возвращают это значение, увеличенное на 1.

В тесте используются три удвоителя с номерами от 0 до 2. Программа с комментариями для каждого из них размещена в соответствующем столбце табл. 4 (серым фоном в ней выделены команды обмена данными; направление передачи указано стрелками).

Таблица 4

Тест обмена данными

ПУ0	ПУ1	ПУ2
0 ;занести 0 в см	i ;принять число из ПУ0	i ;принять число из ПУ0
1 ;+1		
o1 ;передать 1 в ПУ1 =====>		
1 ;+1	1 ;+1	1 ;+1
o2 ;передать 1 в ПУ2 =====>	=====>	
i1 ;принять ответ из ПУ1 <=====	o ;передать ответ в ПУ0	
W ;вывести на экран		o ;передать ответ в ПУ0
i2 ;принять ответ из ПУ2 <=====	<=====	
W ;вывести на экран		

Все три программы стартуют одновременно. Программы для ПУ1 и ПУ2 одинаковы и начинаются с команды ввода i ; поэтому оба они переходят в состояние ожидания числа (своего номера) от ПУ0. Управляющий же удвоитель, выполнив команды 0 и 1, сначала получает в сумматоре значение 1, т.е. номер первого ПУ. Далее он передает эту единицу в ПУ1 командой o1. Последний, как мы знаем, уже ожидает ввода, так что немедленно принимает число. Следующей командой ПУ0 и ПУ1 прибавляют к содержимому своих сумматоров 1. В ПУ1 ответ уже готов, но ПУ0 в это время еще занят: он пересылает двойку в ПУ2, и потому ПУ1 снова вынужден ждать, пока управляющий удвоитель выйдет на диалог с ним. Дождавшись, он передает ответ в ПУ0 и завершает свою работу. ПУ0 выводит на экран принятое число командой W, а затем аналогичным образом принимает результат из ПУ2.

Программа для ПУ2, помещенная в третьем столбце таблицы, работает совершенно аналогично, только с небольшим сдвигом по времени.

4.2. Суммирование последовательности чисел

Рассмотрим более содержательную задачу – нахождение суммы последовательных чисел

$$Y = 1 + 2 + 3 + \dots + k.$$

Для удобства проверки будем считать, что количество чисел k – четное. В этом случае легко заранее получить ответ, сгруппировав числа попарно: первое число с последним, второе – с предпоследним и т.д. В итоге одинаковые суммы всех пар достаточно умножить на их количество:

$$Y = (k+1)*k/2.$$

Рассмотрим для определенности конкретный случай, когда $k = 24$, а сумму вычисляют четыре ПУ с номерами от 1 до 4. Чтобы построить параллельный алгоритм, достаточно разбить всю сумму на равные части по $24/4 = 6$ слагаемых. В результате ПУ1 просуммирует числа 1-6, ПУ2 – 7-12, ПУ3 – 13-18 и ПУ4 – 19-24. Если принять, что программа во всех ПУ одинакова, то тогда исходное значение k_0 для старта суммирования (равное 0, 6, 12 или 18) должно передаваться извне.

В итоге для ПУ1 – ПУ4 получим следующую программу суммирования 6 чисел (для экономии места она записана в строку):

i M0 1 M+ 1 M+ 1 M+ 1 M+ 1 M+ MR o.

Программа начинается с приема k_0 командой *i* и очистки памяти (занесение туда нуля) командой *M0*. Далее 6 раз повторяется пара команд *1* и *M+*, которые увеличивают текущее значение числа на 1 и прибавляют полученное новое число к содержимому памяти. Итоговая сумма считывается из памяти по команде *MR* и возвращается в ПУ0 командой *o*.

Роль главного удвоителя ПУ0 состоит в распределении работы и сборе ответов:

R o1 R o2 R o3 R o4 i1 A2 A3 A4 W.

Он читает нужные значения k_0 с помощью команды *R* и по очереди передает их в ПУ1–ПУ4 командами *o1–o4*. Далее он принимает первую сумму командой *i1*, а затем команды *A2–A4* прибавляют к ней остальные три части суммы. Последняя команда *W* служит для вывода результата.

Очень интересно построить временную диаграмму выполнения всех параллельных программ. Главная трудность здесь заключается в том, что разные команды выполняются за разное время – за разное число тактов. Так что, скажем, пока ПУ0 выполняет команду *R*, ПУ1 успеет выполнить 2 команды: *M0* и *1* (см. третью строку в табл. 5).

Таблица 5

Суммирование последовательности чисел

ПУ0	ПУ1	ПУ2	ПУ3	ПУ4
R	i			
o1				
R				
o2	M0, 1	i		
	M+, 1, M+			
R	1, M+			
o3	1, M+, 1	M0, 1	i	
	M+, 1, M+	M+, 1, M+		
R	M+, 1	1, M+		
o4	M+, MR	1, M+, 1	M0, 1	i
i1	o	M+, 1	M+, 1, M+	
		M+, MR	1, M+, 1	
A2		o	M+, 1	M0, 1
			M+, MR	M+, 1, M+
A3			o	1, M+
				1, M+, 1
A4				M+, 1
				M+, MR
W				o

Разберем эту сложную таблицу подробнее. Как и раньше, в каждом из ее столбцов помещена программа для одного удвоителя (номер виден в заголовке).

Сначала взглянем на первый столбец, который соответствует главному удвоителю ПУ0. Он читает начальные значения k_0 и передает их в ПУ1 – ПУ4. После этого происходит переход к

приему результатов с одновременным суммированием их. Программа завершается выводом итоговой суммы на экран.

Посмотрим, что делают в это время периферийные ПУ. Каждый из них начинает с того, что (в порядке очереди) принимает свое начальное значение для суммирования.

Ожидание ввода начинается с момента старта, поэтому все ячейки таблицы, которые лежат выше ячейки ввода, тоже выделены серым фоном (Ожидание обмена – это тоже часть обмена!) Кстати говоря, из таблицы отчетливо видно, что ПУ1 ждет наименьшее время, а максимум ожидания приходится на ПУ4.

Далее начинаются вычисления. Каждая вычислительная команда (например, 1 или $M+$) выполняется за один такт. В то же время ПУ0 выполняет двух- или трехтактные команды R , o и другие. Поэтому в каждой ячейке столбца для ПУ1 мы соответственно видим по две-три команды. Напомним, что количество тактов, которое требуется для каждой команды, можно определить по табл. 1 и 2.

Завершив вычисления, ПУ1 возвращает результат в ПУ0. Анализ таблицы показывает, что когда ПУ0 доходит до команды ввода, результат в ПУ1 уже готов (см. строку в таблице с командой $i1$ в первом столбце). Зато для ПУ2 – ПУ4 это не так. Скажем, в тот момент, когда ПУ0 выходит на команду $A2$, ответ в ПУ2 еще не подсчитан. Следовательно, управляющему ПУ приходится ждать (об этом говорит появление пустой ячейки в первом столбце).

Поставим вопрос: насколько хорошо наличие (или отсутствие) ожидания в ПУ0, т.е. как влияет на общее время то, насколько быстро периферийные ПУ вычисляют результат. Очевидно, что полезная работа для нашего параллельного исполнителя – это вычисления. Оценим, какую часть времени любой из ПУ1 – ПУ4 непосредственно занят вычислениями. Время счета для каждого ПУ получить несложно: для этого достаточно подсчитать количество вычислительных команд в одном из столбцов табл. 5. Таких команд оказывается 14 (i и o не считаем!) Каждая из них выполняется за один такт, поэтому время вычислительной работы для удвоителя в данной задаче составляет 14 тактов. Общее время счета оценить сложнее, поскольку надо точно учесть все такты ожидания и обмена. Тем не менее благодаря программной реализации исполнителя (см. следующий раздел) это удастся сделать – полное решение задачи получается за 39 тактов. Следовательно, время полезной работы (счета) для ПУ1 – ПУ4 составляет примерно 36 %.

Кроме того, если построчно проанализировать табл. 5, то мы с удивлением обнаружим, что нет ни одной(!) строки, где бы стояли только вычислительные команды. Иными словами, в данном конкретном случае ни разу все четыре ПУ не выполняли вычислений одновременно.

Напрашивается вывод о том, что наш вычислительный исполнитель загружен слабо. Как это можно исправить? Рецепт прост: надо взять больше чисел, т.е. увеличить значение k . Если не менять при этом число ПУ, то количество обменов данными останется прежним, зато количество вычислений возрастет. Например, эксперимент с программной реализацией исполнителя при $k = 120$ дает такие результаты: количество тактов вычислений – 62, а полное время работы программы – 87 тактов. Отсюда следует, что коэффициент полезного действия нашего исполнителя возрастает до 71 %, т.е. практически вдвое. А это значит, что при большом объеме параллельные вычисления действительно могут быть полезны.

4.3. Перевод двоичного числа

В предыдущей задаче все ПУ выполняли одинаковый объем вычислений. Посмотрим, что будет, если это не так.

Пусть требуется перевести имеющиеся двоичное число в десятичную систему счисления. Для простоты напомним программу для небольшого числа битов, например, для $n = 4$. Рабочую формулу для этого случая удобно записать так:

$$D = b_3 \cdot 2^3 + b_2 \cdot 2^2 + b_1 \cdot 2 + b_0.$$

Заметим, что умножение значения бита на степени двойки есть не что иное, как многократное удвоение числа, причем чем старше бит, тем большее количество удвоений нужно выполнить. Зато последнее слагаемое b_0 совсем не требует умножения.

Попробуем раздать вычисление каждого слагаемого отдельному удвоителю (табл. 6).

Таблица 6

Перевод двоичного числа

ПУ0	ПУ1	ПУ2	ПУ3
R ;b ₃			
o1 ;в ПУ1	i ;b ₃		
R ;b ₂	2, 2		
o2 ;в ПУ2	2	i ;b ₂	
R ;b ₁	o ;b ₃ · 2 ³	2, 2	
o3 ;в ПУ3		o ;b ₂ · 2 ²	i ;b ₁
R ;b ₀			2
A1 ;+ b ₃ · 2 ³			o ;b ₁ · 2
A2 ;+ b ₂ · 2 ²			
A3 ;+ b ₁ · 2			
W			

Очевидно, что использование параллельных вычислителей малоэффективно (особенно это заметно для ПУ3 – всего одна арифметическая команда). Проверка с помощью программной реализации исполнителя подтверждает это: параллельная программа для четырех удвоителей выполнится за 25 тактов, в то время как один удвоитель закончил бы вычисления за 21 такт. Мы видим, что параллельная программа оказалась даже хуже! Конечно, с ростом разрядности ситуация несколько улучшится, поскольку для вычисления старших степеней требуется больше умножений. Тем не менее данный пример наглядно показывает, что формальное разделение вычислений на части далеко не всегда автоматически ведет к успеху. Вот почему понимание механизмов работы параллельных вычислительных систем так важно при создании эффективных алгоритмов!

5. Программная реализация исполнителя

Автором разработана программная реализация исполнителя. Программа для краткости названа S9PU – система из 9 параллельных удвоителей. При этом, согласно описанному выше, есть еще один (десятый) центральный удвоитель ПУ0, который берет на себя все взаимодействие в вычислительной системе.

5.1. Устройство ПУ

Рассмотрим сначала устройство одного из ПУ1 – ПУ9. Его отображение в программном окне приведено на рис. 2.

Как и любое классическое устройство, работающее по программе [9], каждый ПУ содержит специальный регистр – «Счетчик адреса команды» (СчАК), который используется для хранения адреса (в нашем случае просто номера) выполняемой команды. Когда команда однократная, то счетчик после нее автоматически увеличивается на единицу, тем самым подготавливая ПУ к выполнению следующей команды. Если же команда содержит два такта и более, то счетчик ПУ сохраняет свое значение до последнего такта. Нажав на кнопку, расположенную правее значения счетчика (см. рис. 2), можно увидеть место в программе, соответствующее текущему значению СчАК. Исполняемая команда отображается ниже (на рисунке этой команды нет, поскольку там показан завершивший программу ПУ).

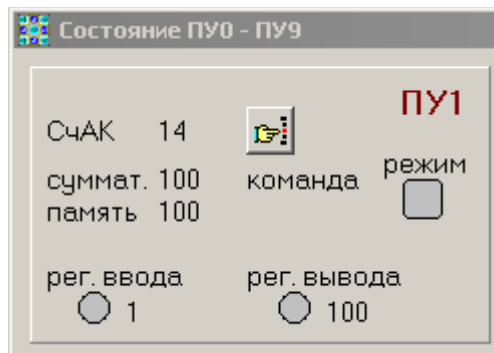


Рис. 2. Устройство одного из параллельных удвоителей

Расположенный рядом индикатор режима ПУ своим цветом демонстрирует характер загрузки устройства: когда индикатор зеленый, происходят вычисления, желтый – обмен данными и серый – ПУ остановлен.

Назначение сумматора и памяти нам уже известно из обсуждения системы команд. В нижней части панели размещены регистры ввода и вывода, через которые происходит обмен между ПУ1 и ПУ0. Когда ПУ1 принял данные в регистр ввода, загорается зеленый индикатор рядом с этим регистром, а когда приготовил данные для вывода – рядом с регистром вывода. Попутно заметим, что одновременный ввод и вывод невозможны, так как конкретный ПУ не может одновременно выполнять две команды.

ПУ0 отличается от ПУ1 – ПУ9 только тем, что у него не один, а девять каналов обмена (с каждым ПУ свой).

5.2. Окна программы S9PU

Данные программы отображаются в трех окнах (рис. 3). Сверху расположено главное окно, которое является пультом управления; здесь же отображаются результаты вычислений. Ниже находится окно, в котором можно изучать состояние всех удвоителей от ПУ0 до ПУ9. Наконец, с правой стороны мы видим окно с текстом выполняемой программы.

Рассмотрим каждое из окон подробнее.

Пульт управления содержит кнопки для загрузки программы из файла и ее запуска – остановки. Для целей отладки и анализа можно от полного выполнения программы перейти к тактовому, когда система останавливается после исполнения каждого такта. Такой прием позволяет, например, в деталях пронаблюдать, как происходит обмен данными между ПУ, или увидеть, успевает ли конкретный ПУ закончить вычисления к тому моменту, когда ПУ0 запрашивает у него результат. Еще одна возможность такого рода – это ускорение или замедление выполнения программы (по сути, изменение тактовой частоты).

В центре главного окна мы видим строку ввода числовых данных и экран для вывода результатов. Наконец, в правой части выводятся сведения об объеме проделанной вычислительной работы: количество выполненных команд и количество тактов (время!), которое на них ушло, включая ожидание. По этим результатам можно проводить анализ скорости параллельных вычислений и оценивать эффективность тех или иных алгоритмов. По большому счету, именно это является наиболее важным достоинством предлагаемого ПО.

На пульте также имеются кнопки для вызова на экран остальных окон программы.

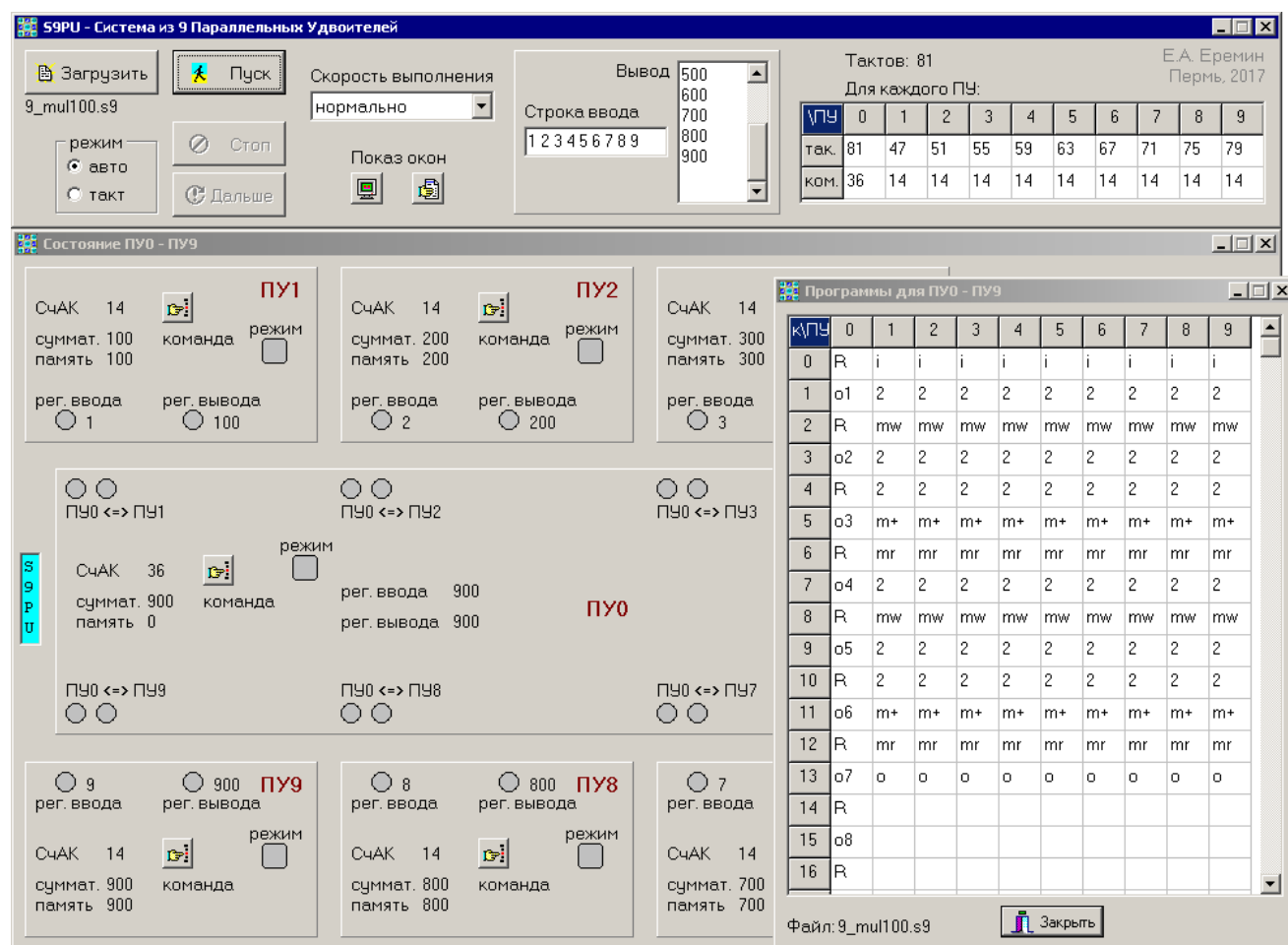


Рис. 3. Общий вид программы S9PU

В окне состояния можно видеть содержимое всех регистров ПУ (см. также более крупный рис. 2). Подчеркнем, что при чтении параллельной программы из файла автоматически оп-

ределяется, какие ПУ участвуют в вычислениях, и в окне отображаются только они (остальные скрыты).

Наконец, в последнем окне выводится таблица, столбцы которой содержат программы для каждого ПУ.

5.3. Правила записи программы

Программа для S9PU представляет собой текстовый файл с расширением S9. Команды пишутся в столбик, каждая строка содержит ровно одну команду. Допускаются пустые строки а также комментарии, строки которых содержат в первой позиции символ «точка с запятой».

Блоки команд для каждого ПУ содержат заголовок вида: >pN, где N – номер ПУ. Если для нескольких ПУ используется одна и та же программа, можно вместо N указать две цифры. Например, запись: >p14 загрузит расположенную следом программу во все ПУ от ПУ1 до ПУ4 включительно.

6. Заключение

В статье проанализирована ситуация с изучением в школьном курсе информатики новой темы, которая возникла в связи с широким распространением в повседневной практике многоядерных процессоров. Необходимость дать ученикам хотя бы минимальные знания в области параллельной обработки данных делает эту задачу актуальной. По мнению автора, предлагаемые в настоящее время способы изучения нового материала слишком поверхностны, по крайней мере, для старшеклассников. В качестве альтернативного подхода предложено рассматривать вопросы параллельных технологий на примере простейшего исполнителя, который производит параллельные вычисления.

Разработанный автором исполнитель выполнен на базе известного исполнителя под названием «Удвоитель». Фактически это несколько исполнителей, каждый из которых способен вести вычисления самостоятельно по собственной программе. Для передачи числовых данных между параллельными удвоителями имеются специальные команды обмена. Кроме того, для расширения круга решаемых задач в их конструкции предусмотрена ячейка памяти, которая позволяет сохранять одно число.

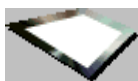
Разобранные примеры решения нескольких задач наглядно демонстрируют, что эффективность параллельных вычислений зависит от их объема: если время счета существенно больше времени обмена данными, то выгода от параллельной обработки может быть существенной. В то же время само по себе применение параллельных вычислений еще не гарантирует автоматически ускорения расчетов. Из полученных выводов следует, что понимание принципов параллельного выполнения программ крайне важно, а значит, этому надо специально учить.

Система из параллельных удвоителей реализована в виде учебного программного обеспечения, что дает учителям возможность решать задачи непосредственно на компьютере. Программа содержит средства визуализации состояния каждого из удвоителей, что позволяет наглядно видеть ход процесса параллельных вычислений. Кроме того, она подсчитывает количество тактов работы (фактически время выполнения программы), а значит, легко можно количественно оценить эффективность разных программ для исполнителя.



Список литературы

1. Алгоритмика: учеб. пособие / А.К. Звонкин, С.К. Ландо, А.Л. Семенов, А.Х. Шень. – М.: Институт новых технологий образования, 1994.
2. Джордейн Р. Справочник программиста персональных компьютеров типа IBM PC, XT и AT. – М.: Финансы и статистика, 1992.
3. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения: в 2 т. – Т. 1. – М.: Педагогика, 1982.
4. Кучев А.Д., Плаксин М.А. Параллельные вычисления в школьной информатике. Игра «Танковый экипаж» // Информатика в школе: прошлое, настоящее и будущее: Материалы Всеросс. науч.-метод. конф. по вопросам применения ИКТ в образовании. – Пермь: ПГНИУ, 2014.
5. Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В., Сворень Р.А. Основы информатики и вычислительной техники: Проб. учеб. для сред. учеб. заведений. – М.: Просвещение, 1990.
6. Майергойз Д.М. Аналогия в педагогическом процессе // Математика в школе. – 1947. – № 1. – С. 60–65.
7. Основы информатики и вычислительной техники / А.Г. Гейн, В.Г.Житомирский, Е.В.Линецкий и др. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989.
8. Поляков К.Ю., Еремин Е.А. Алгоритмизация и программирование // Информатика ("Первое сентября"). – 2016. – № 4. – С.4–43.
9. Burks A.W., Goldstine H.H., Neumann J. Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument. – Princeton, NJ: Institute for Advanced Study, 1946 (русский перевод: Беркс А., Голдстейн Г., Нейман Дж. Предварительное рассмотрение логической конструкции электронного вычислительного устройства // Кибернетический сборник. Вып. 9. – М.: Мир, 1964).
10. Chang K. Study Suggests Math Teachers Scrap Balls and Slices // The New York Times, 25.04 2008 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nytimes.com/2008/04/25/science/25math.html> (дата обращения: 30.12.2017) (русский перевод: http://educomp.runnet.ru/lmc/abstr_math.html).



УДК 376.5
Ч420.026

О.И. Мухин

ФОРМИРОВАНИЕ ТАЛАНТА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ. МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ОДАренных И ТАЛАНТЛИВЫХ УЧАЩИХСЯ

Представлена модель обучения одаренных и талантливых учащихся. Рассматриваются информационные технологии как инструмент обучения. Описана реализация цифровой системы «Интеллектуальная школа», успешно апробированной в ряде регионов. Сформулированы цели обучения и способ их достижения. Цифровой способ обучения основан на использовании интерактивных компьютерных моделей изучаемых объектов, выполненных с применением системы проектирования и моделирования Stratum–2000. Компьютерная экспертная система предоставляет индивидуальную помощь учащимся в освоении материала, регулирует их учебную нагрузку, осуществляет оценку учебных достижений. Система заданий разной сложности и автоматизированный контроль успешности их выполнения позволяют выявлять наиболее способных и талантливых учащихся.

К л ю ч е в ы е с л о в а : талант, дар, конструктор, обучение, интерактивные модели, интеллект, метакомпетенции, цель обучения, измерение одаренности, мера сложности, адекватность модели, уровни обучения, компьютерное проектирование и моделирование.

1. Проблема обучения. Формула таланта

В современном мире спрос на качественное образование стремительно возрос. В условиях турбулентного мира (мира без правил) принятие выверенных решений, обеспечивающих развитие общества в условиях жесткой конкуренции, требует талантливых руководителей.

В связи со сказанным очевидной становится задача обучения – воспитание талантов, которая кажется подавляющему большинству преподавателей практически неформализуемой и трудноуловимой. К сожалению, воспроизводимый ими контент в Интернете хаотичен, взаимно компилятивен, страдает отсутствием целеполагания, не производит желаемого результата на обучаемых, усреднен настолько, что не соответствует никакому уровню восприятия.

Вообще, целью обучения является построение преподавателем модели окружающего мира в мозгу учащегося. Уровень достижения этого результата измеряется способностью учащегося адекватно действовать, управляя миром, согласно преподанной ему модели. Если обучаемый решает задачи, т. е. предсказывает требуемые действия по желаемой для нас реакции мира и

предсказывает реакцию мира по заданному воздействию на него, значит, он одарен. Эта способность «решать прямые и обратные задачи на модели окружающего мира», развитая в превосходной степени, обозначается в русском языке понятием «дар».

Чем меньше результат прогноза (ответ задачи) расходится с реальным результатом в окружающем мире, тем более одарен ученик, тем точнее он усвоил преподанную ему модель. В любом случае одаренность – это способность к предсказанию, т. е. исчислению неизвестных величин по известным данным и известной заданной модели предмета.

Мерой одаренности является сложность решаемых задач, что предполагает совокупность знания законов, способности (навыка) их преобразовывать (пользоваться ими), умения формализовать задачу (перейти от словесного описания к формальному представлению). Решение задачи предполагает составление учеником цепочки преобразований (из преподанных ему учителем законов) от известных (входных) данных к неизвестным (выходным) данным. Чем больше используется законов, тем длиннее цепочка, тем сложнее задача. Преобразования законов для составления цепи осуществляются средствами алгебры. Найденная такая цепь является построенным учащимся алгоритмом преобразования входных числовых данных в выходные. Умение составлять алгоритмы, исчислять (преобразовывать) модели – признак успешного освоения 2-го уровня развития (дар). Умение вычислять неизвестные значения по готовым алгоритмам – признак 1-го уровня развития (исполнитель).

В любом случае данные преобразуются моделями с получением новых данных. Сами модели образуются из данных посредством обобщения. Так ряд экспериментальных точек на осях I и U дали возможность Γ . Ому обобщить закономерность $I = U/R$, при использовании которой мы можем, не прибегая к эксперименту, теперь предсказывать результат – значение I по заданным U и R . Две важнейшие взаимосвязанные функции мышления – обобщение ряда данных до модели и прогнозирование данных по модели.

Задача – совокупность закона (модели), исходных данных и вопроса, относительно которого следует разрешить (преобразовать) модель. Разрешенная относительно искомым данных задача – алгоритм, последовательность шагов решения задачи, цепочка перевода известных величин в неизвестные.

Сложность задачи, синтезируемого устройства, системы определена длиной цепочки преобразований, разумеется, приведенной к минимально возможной форме. Обычно знания заданной предметной области представлены моделями, связанными между собой понятиями. В «Интеллектуальной школе» [4] такие связанные модели (графы) называются и представляются картами знаний.

Первым уровнем развития обладают исполнители (рабочие), которым одаренные 2-го уровня передают готовые алгоритмы для многократного выполнения однотипных простых заданий. Для исполнения алгоритма достаточно владеть арифметикой, операциями с данными. Для решения задач 2-го уровня – алгеброй, операциями с моделями и знанием законов-моделей.

Обычно школа останавливается на втором уровне (знание и запоминание законов изучаемого предмета, умение алгебраических преобразований и навык формализации и решения задач), поэтому учащиеся, показывающие по какой-либо причине (чаще по причине самостоятельного саморазвития и пытливости) больше, чем описанные учебные действия, справедливо считаются талантами. Задача – максимум, которая может быть поставлена перед преподавателем.

лем в рамках классической педагогики, – воспитание дара, т. е. свободное манипулирование моделями, виртуозное решение сложных задач в определенной предметной области. При этом перед преподавателями не ставится задача подготовки таланта, учащегося, способного к разрешению задач 3 уровня (проблем). Именно поэтому таланты – случайный и редкий результат работы школы. Построение технологии производства талантов – цель уже внедряемой в ряде регионов РФ системы «Интеллектуальная школа» [4].

На 3-м уровне обучения (талант) перед учащимся стоит задача самому «получать» законы окружающего мира, разрешать таким образом постоянно появляющиеся новые проблемы, владеть общим способом решения задач на них. Часто это обозначают весьма загадочным термином «научить учиться».

Как и ранее, способность и задача таланта состоят в том, чтобы прогнозировать, предсказывать реакции окружающего мира на свои действия, а, предугадывая их, подбирать наиболее удачные для себя из них. Поскольку мир бесконечен, а индивидуум в своем познании меняющегося мира ограничен временем и пространством деятельности, то прогноз индивидуумом поведения мира – величина вполне конечная, называемая точностью предсказания, которая непосредственно связана со степенью адекватности мира его модели в мозгу человека. Чем точнее модель мира, тем точнее предсказание, сделанное на ее основе.

Талант, в отличие от одаренного, умеет сам строить модели окружающего мира. Поскольку мир меняется, то то что было верным вчера, неверно сегодня. Выигрывает тот, кто в состоянии быстрее других строить более точные модели изменяющегося окружающего мира.

Мера таланта – адекватность постоянно перестраиваемой им теоретической модели мира и соответственно действий, получаемых им как решение практических задач с известными условиями на этой модели, необходимая для выгодного и безопасного взаимодействия с окружающим миром. В итоге ценностью и мерой таланта являются: точность, глубина прогноза и скорость, с которой он улавливает закономерности, строит модели, максимально приближенные к действительности. Талант – это сверхбыстрый *«адантер»*.

2. Метод мышления

Упражнения для обучения таланта – упражнения на поиск закономерностей и синтез сложных систем с заданными свойствами.

Основное упражнение – по известным экспериментальным данным найти (угадать) закономерность; описав связь данных, построить модель; по найденной модели предсказать будущие неизвестные реакции системы; оценить несовпадение вычисленного результата с реальным, оценить адекватность составленных представлений о мире, уточнить модель мира. В терминах искусственного интеллекта это означает осуществить переход от базы данных к базе знаний. В прагматическом смысле – по заданным свойствам определить состав (элементы) и структуру (связи) системы, обеспечивающей эти свойства.

Мерой сложности (успешности решения) упражнения является качественная и количественная сложность требуемой к построению модели (системы). Мерой таланта является точность и глубина прогноза, скорость построения (изменения) сложной модели.

Качественная сложность связана с классификацией систем. Количественная сложность связана с количеством элементов и связей системы (длина цепочек в представлении системы). Примером может служить модель экономической системы [2] (рис. 1).

Многие исследователи интуитивно приближались к постановке подобного учебного упражнения, исходя из частных соображений. Например, проф. А.Н. Поддьяков (факультет психологии НИУ ВШЭ) [6] при определении творческих способностей учащихся предлагал в состав ЕГЭ включить задачу на выяснение учащимися функций кнопок пейджера (рис. 2), связанных между собой определенным образом, постепенно усложняя скрытую от глаз обучаемых их взаимосвязь.



Рис. 1. Модель экономической системы (по мотивам Медоуз Д. «Азбука системного мышления». М., 2011)



Рис. 2. Общий вид сложного устройства, предлагаемого школьникам при выяснении их мыслительных способностей

Модель системной динамики и задача управления городом или территориями (Д. Форрестера) полностью подпадает под данное определение как частный случай (рис. 3). Фактически, используя эти примеры, мы приблизились к важнейшей области применения талантов – управлению государством как сложной системой [1]. Подобные схемы составляются также для моделирования военных и дипломатических операций.

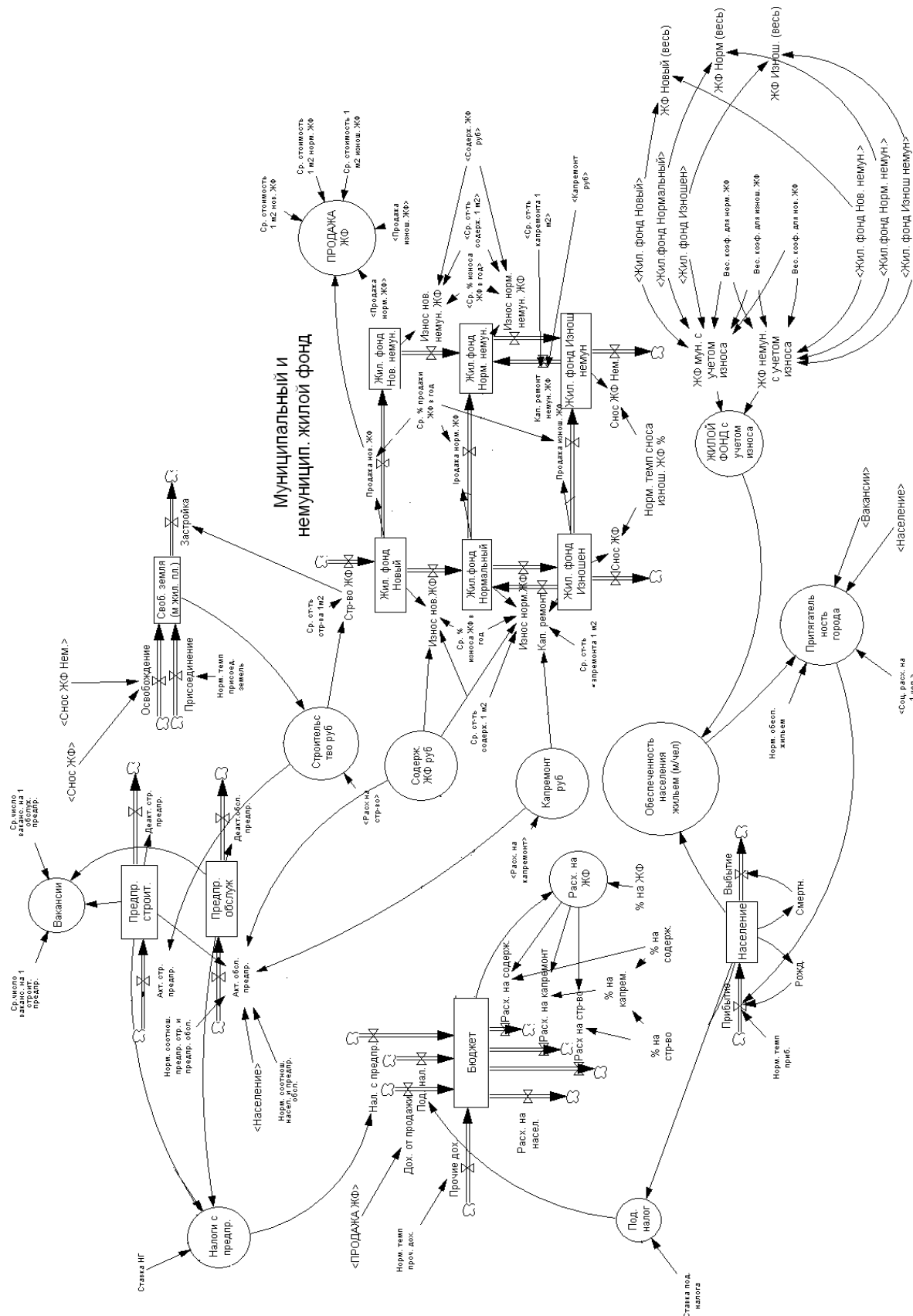


Рис. 3. Система управления городом Д. Форрестера (подсистема ЖКХ и строительства)
(по мотивам книги «Динамика развития города». М.: Прогресс, 1974)

3. Основа мышления таланта. Инструмент поддержки мышления

В любом случае мышление таланта – это проектирование и моделирование виртуальных систем посредством сложных мыслеформ (связанных между собой фраз языка, представляющих собой модели понятий), т. е. мыследействие, осуществляемое в соответствии с законами «искусственного интеллекта», посредством метаопераций из известного списка с мыслеформами.

Проектирование – это синтез состава и структуры по желаемым свойствам и поведению системы, формализация, абстрагирование, составление сложной структуры проекта из простых элементов посредством связей. *Моделирование* – это вычисление будущих свойств и поведения спроектированной системы на ее модели, преобразование сложного. *Конструирование* – реализация виртуальной модели в реальности в комплексе с уже существующим миром с учетом его ограничений (рис. 4).

Мыследеятельность (обучаемого, инженера, таланта) должна быть не только организована, но и поддержана. В данном случае мыслительная деятельность визуализирована и поддержана в компьютерной среде проектирования и моделирования *Stratum-2000*, реализующей 11 метакомпетенций и поэтому позволяющей сохранять мысли в виде исчисляемых и вычисляемых образов (моделей), постепенно усложнять их иерархически и, связывая между собой, обмениваться ими, измерять, интерпретировать и комплексировать с другими моделями в единую систему, доказывая тем самым их правомочность или ошибочность, определяя и исправляя недостатки мышления. Кратко это означает мышление, работающее над мышлением, поскольку мыслеформы обозначены, измерены и сохранены для тиражирования и обмена (3-я информационная революция) между субъектами.

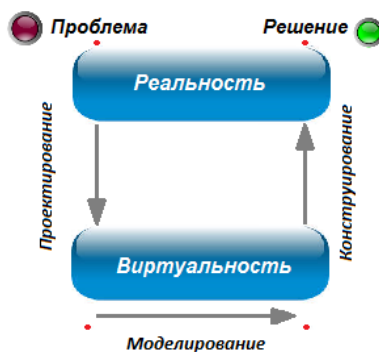


Рис. 4. Проектирование, моделирование, конструирование как этапы мышления и мыследействия при разрешении проблем

Мысль в теории познания – это умозаключение, для выражения которого в языке необходимо предложение (в математике – предикат), относительно которого всегда можно сказать истинно оно или ложно, или модель (в терминах искусственного интеллекта), знание, закон (уравнение, система уравнений). Модели (мысли, уравнения) исчислимы, компонируются друг с другом и иерархичны. Сложная система – это система связанных мыслей, моделей [3].

Результатом действий таланта является построение формальной (математической) системы, заменяющей «творческую» работу эксперта, носителя интуитивных знаний, автоматиза-

ция его действий (не путать с программированием, осуществляемым одаренным программистом в составе группы: постановщик, алгоритмист, кодировщик.)

4. Талант. Способ обучения

Способ обучения и воспитания талантов основан на классическом эксперименте по измерению способности к обучению. При этом обучение понимается не как простое запоминание и хранение информации, предъявленное ранее учителем, а как ее открытие (добыча, понимание правил окружающего мира), обобщение (усвоение, связывание фактов в закономерность), использование (извлечение пользы решением задач и конструированием устройств и систем).

Обучение – это способность построения модели окружающего мира, базовая функция интеллекта, основанная на выделении обучающимся «сходств и различий».

Чем точнее вы представляете реакцию мира при воздействии на него, чем отчетливее вы представляете причинно-следственные связи, действующие в нем. Чем точнее модель мира отражается в вашем мозгу, тем адекватнее ваши действия в этом мире, тем меньше вы совершаете ошибок, имеете неприятностей. Человек, улавливающий скрытые закономерности этого мира, – талант.

Обучение – это взаимодействие субъекта (того, кто познает мир) и объекта (мира).

Для субъекта важны: точность построения правила (количество ошибок при применении правила, отнесенное к количеству его использований), время его построения (количество ошибок в процессе построения правила, отнесенное к количеству опытов) и количество подсказок. Что характеризует конкретные значения предлагаемой нами «цветной» комплексной характеристики: «хочу», «могу» и «надо» в каждом субъекте.

Мир – это «машина», на вход которой мы воздействуем (трогаем, перемещаем, вращаем, включаем, режем, ударяем, убегаем, едим), а мир реагирует (убегает, поощряет, обижает, атакует, обжигает), действует на нас. Принято обозначать воздействия: вход – X , реакции, выход – Y , а модель – как преобразование F : $Y=F(X)$.

Объект в системе «Интеллектуальная школа» характеризуется *сложностью*, как качественной, так и количественной, и имеет меру.

В ряде случаев как отреагирует мир, нам известно из чужого опыта (опыт учителя) и передается нам в виде данных (отдельный пример поведения, книга, поучительный рассказ) или сразу в виде закона по наследству (правило). В ряде случаев информацию о связи «действие – реакция» нам надо добыть самим (обучение на собственном опыте, без учителя).

Наша задача – составить как можно более точную картину окружающего мира, чтобы наши воздействия на него не доставляли бы нам неприятностей (обеспечивая безопасность, сохранение) и приносили пользу (обеспечивая развитие). Таким образом, мы снижаем риски, обеспечивая свою сохранность и развитие. А мир фактически реагирует на наши воздействия, штрафуя и поощряя, т. е. обучая нас за наши неправильные и правильные, с его «точки зрения», действия.

Каким бы видом деятельности мы не занимались (дипломатия, война, экономика, воспитание детей, игра, обустройство жизни), по сути, это попытка предугадать реакцию мира (физического и биологического мира, коллег, общества, соседних государств) на наши действия и спроектировать наши будущие действия с максимальной для нас выгодой. А значит, не допускать ошибок, быть адекватным. Поведение без ошибок называется адекватным и проистекает из

построения адекватной модели окружающего нас мира в нашем мозгу, вычисляющем такое поведение на ее основе.

Эта способность основывается на наличии целого комплекса умений.

1. Провести опыты как самостоятельно, так и с учителем;

2. По ряду опытов с миром сформулировать правило (закон) связи понятий в мире (причинно-следственная связь). То есть из фактов (результаты экспериментов) вывести общее правило (закон), верное везде и всегда. Цель – попытаться получить как можно более общие и полные правила, что дает возможность меньше ошибаться в будущем на большем количестве разных примеров;

3. Приостановить обучение в случае, когда мы перестаем ошибаться в своем прогнозе (правило составлено);

4. Дорабатывать правило, переобучаться. По мере изменения мира вычисленное ранее правило может «искривляться», количество наших промахов и ошибок возрастает, и мы возвращаемся снова к подбору закона. «Искривление» мира происходит в связи с рефлексией окружающей нас сознательной материи и обусловлено бесконечностью процесса познания (бесконечность материи). Важно, что опыт единичен, и чаще всего конкретная ситуация не повторяется, поэтому из серии опытов, имеющих отрицательный (штраф) и положительный (поощрение) для нас результат, мы должны восстановить правило (закон), по которому скрыто от наших глаз действует система мира.

Опыт представлен данными, фактами, числами, словами, образами, а закон – моделью, связью причин и следствий, переменными, которые связаны операциями. Задача интеллекта – построение *модели* (закономерности) по набору данных.

5. Метод измерения способности к обучению

Дан Т-образный лабиринт (рис. 5), в который запускается обучаемый (мышь, змея, собака и т.д.). На одном из концов лабиринта – поощрение (еда), на другом – штраф (резкий звук и свет). Обучаемый может после точки принятия решения (ТПР) повернуть как налево, так и направо, получив в результате соответственно как поощрение, так и наказание.

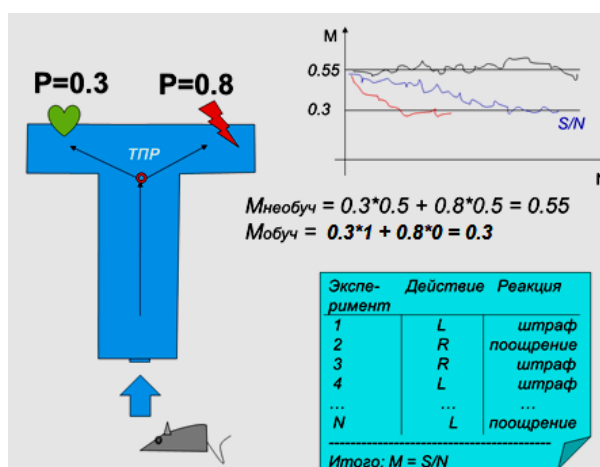


Рис. 5. Экспериментальное определение параметров обучаемости субъекта (случай стохастической стационарной среды)

Где находится поощрение и где наказание, обучаемому заранее неизвестно, и осознание правила «налево – еда, направо – штраф» появляется (строится, вычисляется) у него в процессе приобретения им опыта. Опыт проводится N раз.

Лаборант отмечает в каждом опыте действие обучаемого («налево» – «направо») и наблюдаемый результат («наказание» – «поощрение»), реакцию мира на это действие. После N -го количества опытов подсчитывается количество полученных штрафов $N_{ш}$ (общее количество ошибок, совершенных обучаемым) и отношение $N_{ш}/N$ – достигнутый результат, степень обученности. Измеряется также скорость выхода на результат (количество опытов, необходимое для достижения уровня $0.63 \cdot N_{ш}/N$).

Отношение $N_{ш}/N$ характеризует возможности индивидуума для обучения – «могу». Показатель «надо» характеризуется максимально возможным идеальным результатом. Количество подсказок учителя, взятых по желанию индивидуума (обычно после промаха), показывает «хочу».

Как показывают эксперименты, разные существа демонстрируют разные результаты, свидетельствующие о степени их обучаемости, различном уровне интеллектуальных способностей.

Опыт проводится в трех вариантах: детерминированный мир (способность к обучению), стохастический мир с постоянными законами (способность к улавливанию закономерности в условиях помех), стохастический мир с переменными законами (способность к переобучению).

Детерминированный мир за каждый тип действия обучаемого однозначно назначает наказание или поощрение. Постепенно интеллектуальный субъект улавливает верное действие, за которым следует поощрение. *Стохастический мир* за одно и то же действие обучаемого может назначить наказание (штраф) или поощрение с постоянной вероятностью. *Стохастический мир*, меняющий правила (изменение вероятности наказания со временем соответствует изменению правил мира), дает возможность измерить способность субъекта к переобучению, «то, что было верным вчера, неверно сегодня». Интерес представляет скорость переобучения интеллекта.

Современный мир – турбулентный, т. е. меняющий правила. Талант способен уловить закономерности в поведении окружающего мира и составить новые правила (законы) своей деятельности для формирования адекватной реакции на вызовы мира, защитить тем самым сообщество, которому он принадлежит. Задача процветания общества также базируется на интеллектуальной способности талантов строить модели и решать на них задачи, конструируя тем самым правильные управляющие действия, системы и устройства (технические, экономические, экологические, социальные и др.), используемые обществом.

В компьютерных опытах с людьми вместо лабиринта демонстрируют образы, которые надо правильно классифицировать (действие «да» – этот образ относится к задуманной выборке, действие «нет» – этот образ не относится к задуманной выборке). Признак выборки (или формула из нескольких признаков, например, «отбору подлежат все красные, маленькие неодушевленные предметы»), которую надо составить обучаемому, определяется нашей системой скрытно.

Вариант с абстрактными образами (числами) предполагает, что вход и выход представлены индивидууму численно. Составив в процессе обучения формулу, интеллект в идеале должен «угадать» численную реакцию системы на произвольное численное воздействие на входе.

По мере преодоления обучаемым простых примеров модель системы усложняется, пока не будет достигнут предел обучаемости индивидуума. По результатам испытаний множества испытуемых составляется их рейтинг.

Реализуется два режима обучения.

«С учителем». В этом случае обучаемому сначала предъявляется правильная выборка образов (пар чисел), в которой ему следует найти закономерность, нечто «общее». Далее обучаемый отбирает из другой выборки образцы, подпадающие под понятую им закономерность (прогнозирует). По количеству его ошибок можно судить о степени обучаемости. Следует отметить, что в реальности природа не предоставляет нам учителя, реализуя взаимодействие с обучаемым в режиме «без учителя», оценивая его после слепого выбора.

«Без учителя». В этом случае приобрести опыт обучаемому надо самому, на собственных ошибках, реализуя самообучение. Обучение в этом случае происходит сразу при работе в режиме прогноза, часть решений при котором оправдывается, а часть нет. По мере накопления ошибок и правильных ответов обучаемый строит модель, по которой тут же начинает все более правильно прогнозировать. Текущее значение показателей «хочу – могу – надо» и динамика их изменения фиксируется графиками.

Линия «надо» показывает идеальный результат, который может достигнуть талантливый обучаемый, в предельном случае. Линия «могу» показывает текущий достигнутый индивидуальный результат, соотнося количество ошибок и общее число попыток на текущий момент. Линия «хочу» характеризует самостоятельность обучаемого, анализируя количество подсказок. Скорость обучения будет показана красной точкой при соответствующем количестве наблюдений.

В полной версии методики инструмент организации и поддержки мышления представляет собой интерактивную среду «Конструктор моделей», с помощью которой обучаемому предоставляется возможность самому составить предполагаемую модель «черного ящика». Для этого обучаемым выбираются или создаются нужные элементы (в том числе входные) и операции и составляется модель – цепочка преобразований от входа до выхода, являющаяся прообразом спрятанной в «черном ящике» модели системы. Средой проектирования и моделирования сложных систем *Stratum – 2000* предоставляется возможность создания любых элементов и связывания их между собой с последующей автоматической интерпретацией поведения и свойств проектируемой системы.

В результате для проверки адекватности понимания субъектом правил мира собранная модель может численно откликаться на задаваемые ей входные воздействия. Для этого субъект испытывает собранную модель на разных входных данных, меняя значения переменных на входе модели и наблюдая за ее реакцией на выходе. Система также осуществляет проверку на множестве генерируемых данных автоматически, показывая общую степень адекватности модели к задуманной.

Как ранее было указано, по мере обучения ситуация усложняется количественно и качественно на основе созданной нами классификации систем. На рисунке 6 представлены вид системы измерения обучаемости в образах и в математических терминах, а также конструктор (рис. 7) одной из предметных областей.



а)



б)

Рис. 6. Измерение уровня понимания скрытой закономерности талантом на модели «черного ящика» (показаны два варианта реализации: а) числовая модель; б) модель образов).
Сложность предъявленного черного ящика: «1–1–0–1–2»

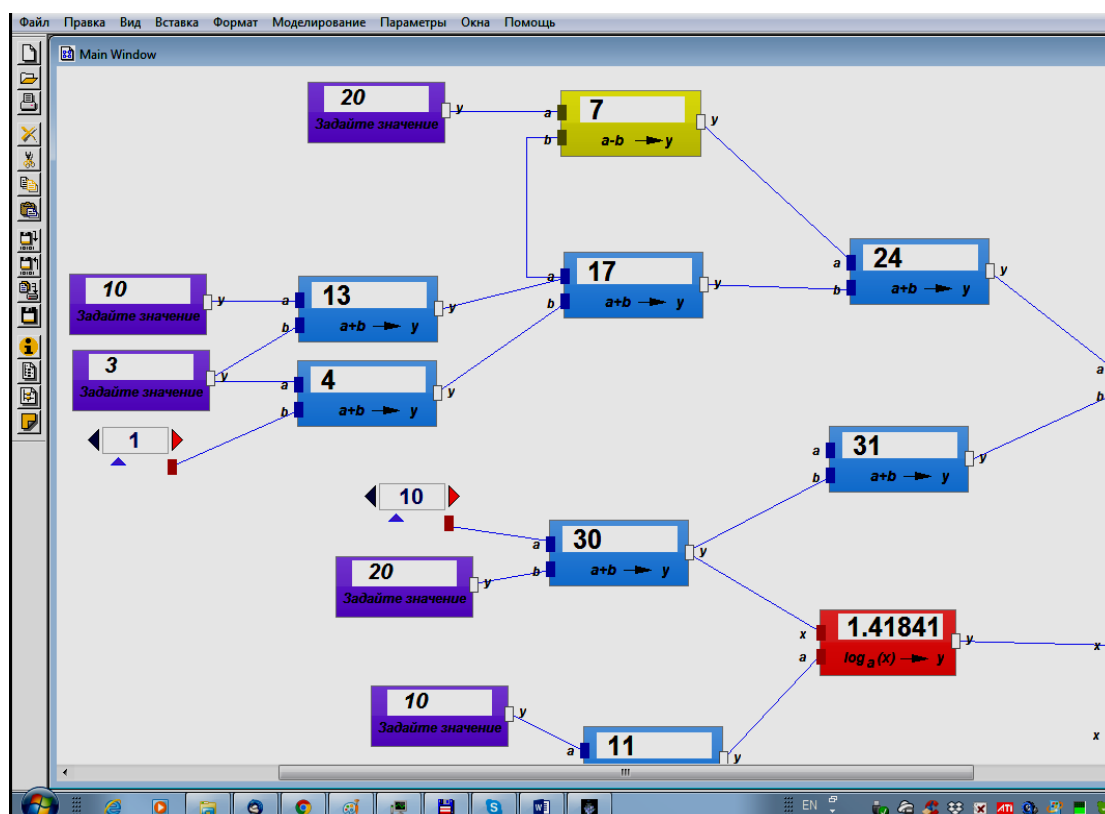


Рис. 7. Интерактивный конструктор для построения модели «черного ящика» обучаемым и проверки ее на адекватность в системе проектирования и моделирования «Stratum – 2000»

. В системе «Интеллектуальная школа» поиск [5] в РФ одаренных и талантливых детей производится по автоматически заполняемому сайту мониторинга, на котором отмечаются цветом показатели «хочу – могу – надо» учащихся по каждому выполняемому ими упражнению и в целом за время обучения (рис. 8). Интерактивные упражнения взаимодействуют с учащимися таким образом, что обучаемые, управляя виртуальными объектами, уясняют для себя их свойства и поведение, познают их структуру, что позволяет им в дальнейшем выполнять задания, решать задачи и проектировать новые системы из элементов на основе деятельностного подхода, демонстрируя тем самым уровень проявляемого ими таланта.

Автоматическая компьютерная экспертная система «наблюдает» (рис. 9) за их действиями по решению задач, управлению учебными системами, проектированию новых систем и определяет индивидуальные затруднения, помогает их преодолеть, формируя отметки на сайте мониторинга.

Впервые реализована система творческого проектирования, моделирования и конструирования систем, позволяющая определить и сформировать основные метакомпетенции индивидуальным образом, ставя задачи сообразно текущему уровню развития учащегося, и доводя их уровень до максимально возможного, предопределенного значением врожденных и развиваемых особенностей, способностей и черт. Упражнения выполнены в 12 педагогических жанрах [4] плотно «покрывают» учебную программу и дифференцированы по разделам российского государственного образовательного стандарта (14 000 упражнений с плотностью покрытия 5–8

по состоянию на 01.02.18). Все упражнения отградуированы по степени сложности, предмету, возрасту, времени выполнения, количеству подходов и допускаемым ошибкам, самостоятельно-сти выполнения.

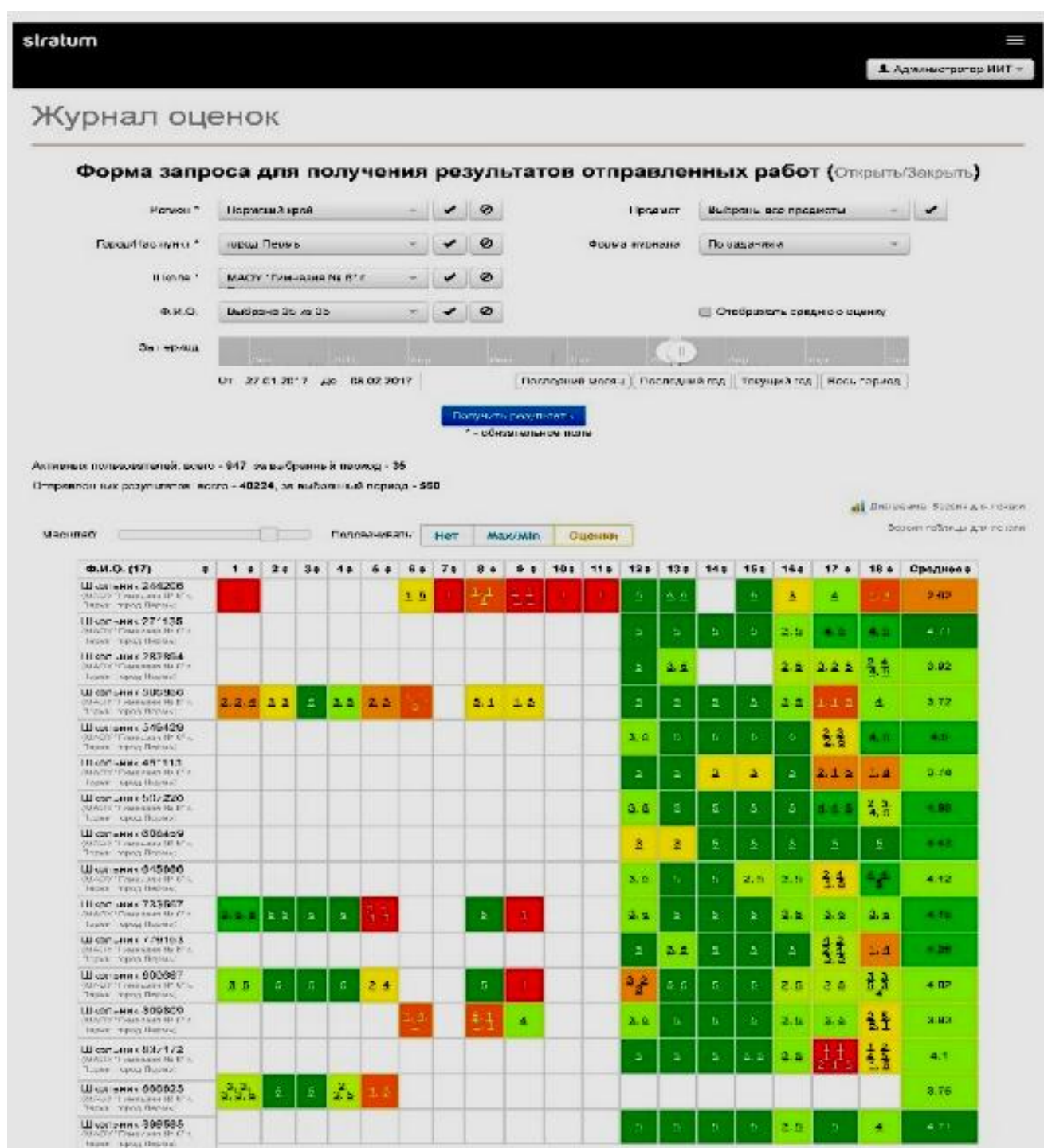


Рис. 8. Автоматический электронный интернет-журнал с цветовыми отметками в системе «Интеллектуальная школа»

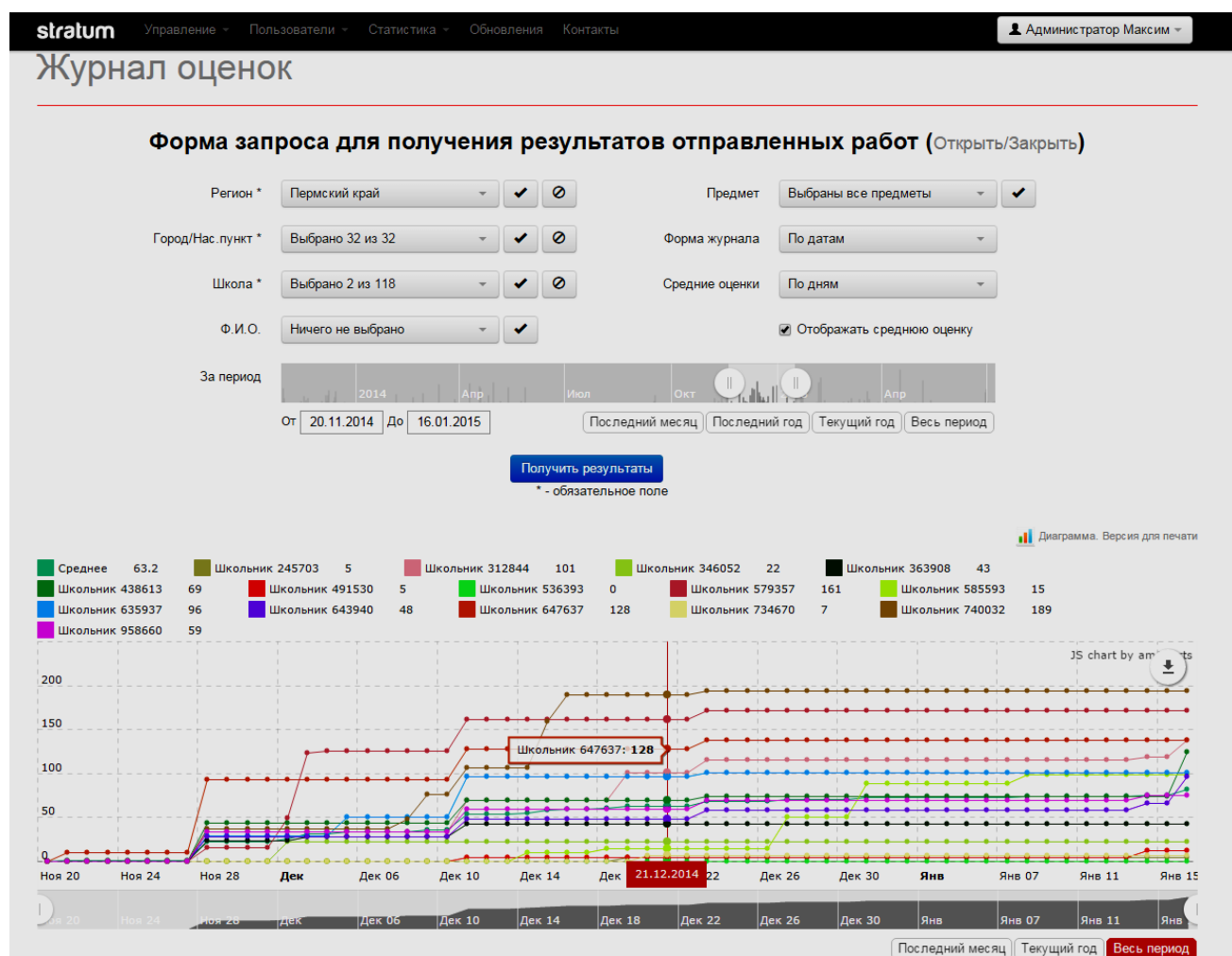


Рис. 9. Интернет-мониторинг результатов обучения в системе «Интеллектуальная школа»

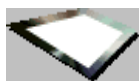


Список литературы

1. Кугаенко А.А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития. – М.: Вузская книга, 2005.
2. Медоуз Д.Н. *Азбука системного мышления* – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
3. Мухин О.И. Моделирование и оптимальное управление движением материальных потоков по технологическим линиям дискретного производства. – Свердловск; Пермь: УроРАН, 2006.
4. Мухин О.И., Полякова О.А. Интеллектуальная школа. Система интерактивных программных комплексов по дисциплинам школьной программы (свидетельство): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011614662, зарег. 10.06.2011 Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

5. Мухин О.И., Полякова О.А. Универсальная система мониторинга образовательного уровня (Государство, общество, человек) (свидетельство): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011614628, зарег. 10.06.2011. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

6. Поддяков А.Н. Решение комплексных проблем в PISA-2012 и PISA-2015: взаимодействие со сложной реальностью. // Образовательная политика. № 6 (62), 2012.



УДК 37.036.5
Ч420.026

О.И. Мухин

ФОРМИРОВАНИЕ ТАЛАНТА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ. ФОРМУЛА ТАЛАНТА И МЕТОД ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ

Обсуждается модель подготовки одаренных учащихся. Рассматриваются информационная технология, способ измерения и цифровой инструмент обучения. Цифровой способ обучения основан на использовании интерактивных компьютерных моделей изучаемых объектов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : талант, развитие, обучение, интерактивные модели, критерии измерения, адекватность модели.

В современном мире спрос на качественное образование стремительно растет. Призыв на службу обществу высокообразованных, талантливых людей стал требованием времени.

Рассмотрим подход, который реализован в цифровой образовательной среде «Интеллектуальная школа», разработанной на базе системы проектирования и моделирования сложных систем «Stratum – 2000» [2].

1. Задачи, цели и результат обучения. Критерии измерения

Задача 1. Понимание и овладение способом: как из свойств образуются элементы, как из элементов образуются системы, и как системы образуют новые свойства – основа обучения любой дисциплины.

Овладение способом организации из свойств элементов, из элементов систем с заданными свойствами – цель обучения.

Задача 2 – направленный синтез сложных систем с заранее заданными их свойствами, осуществляемый из простых элементов.

Задача в целом состоит в том, чтобы объяснить парадигму организации: «свойства – элементы – связи», научить единому методу организации сложного.

По мере обучения преподаватели должны достигать определенных (т. е. объективных, достоверных, измеряемых, планируемых заранее) результатов.

Первый результат. Уровень достижения этого результата измеряется способностью учащегося адекватно действовать, согласно преподанной ему модели.

Одаренный учащийся решает задачи, осуществляя требуемые действия по желаемой для нас реакции изучаемого объекта (обратная задача, задача управления) и прогнозирует реакцию

изучаемого объекта по заданному воздействию на него (прямая задача, задача прогноза). (рис. 1).

Эта способность решать прямые и обратные задачи на моделях изучаемых объектов – одна из основных отличий одаренных учеников.

Одаренность обычно проявляется в одном предмете (химия, физика, филология, биология) и связана с естественными представлениями учащегося о данном виде материи.

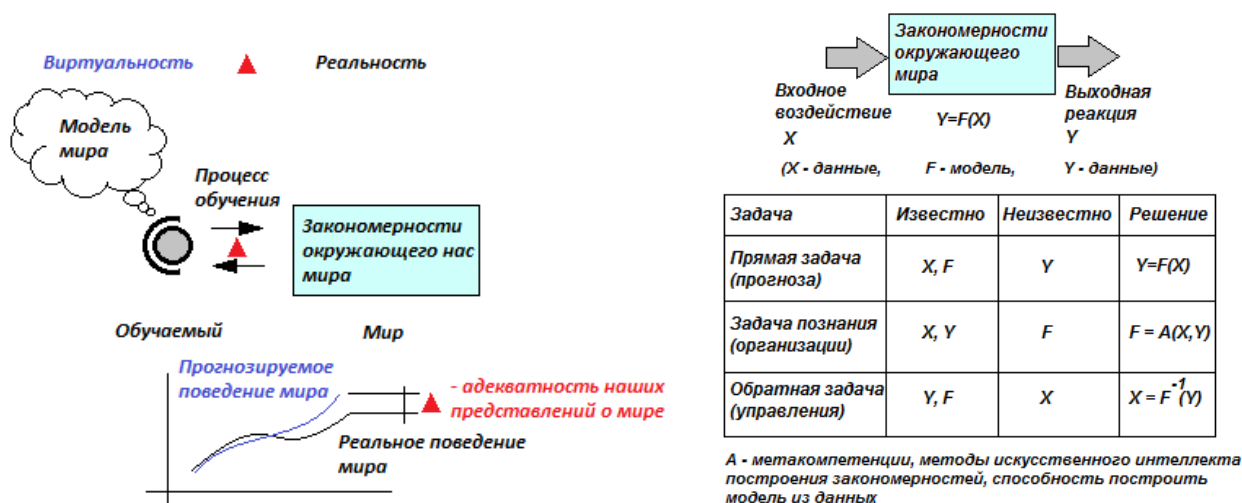


Рис. 1. Взаимодействие мира и человека и типы задач

Критерием измерения одаренности является сложность решаемых задач, что предполагает совокупность знания законов, способности (навыка) их преобразовывать (пользоваться ими), умения формализовать задачу (перейти от словесного описания к формальному представлению). Решение задачи предполагает составление учеником цепочки преобразований (из преподанных ему учителем законов) от известных (входных) данных к неизвестным (выходным) данным (*to solve* – решение, символическое исчисление модели). Чем больше используется законов, тем длиннее цепочка, тем сложнее задача. Преобразования законов для составления цепи осуществляются в алгебре. Найденная такая цепь является построенным учащимся алгоритмом преобразования входных числовых данных в выходные (*to calculate* – вычисление числовых данных на модели). Умение вычислять неизвестные значения по готовым алгоритмам – признак 1-го уровня развития (исполнитель). Умение составлять алгоритмы, исчислять (преобразовывать) модели – признак успешного освоения 2-го уровня развития.

Закон – причинно-следственная связь, уравнение, умозаключение, знание, модель, обладающая в отличие от данных прогнозирующими свойствами. По совокупности данных предсказать новые данные нельзя. Используя закон, можно предсказывать все новые и новые ранее неизвестные данные.

В любом случае данные преобразуются моделями с получением новых данных (рис. 2). А модели образуются из данных посредством обобщения. Так, ряд экспериментальных точек на осях I и U дали возможность Г. Ому обобщить закономерность $I = U / R$, при использовании которой мы можем, не прибегая к эксперименту, предсказывать результат – значение I по задан-

ным U и R . Две важнейшие взаимосвязанные задачи мышления – обобщение ряда данных до модели и прогнозирование данных по модели.

Задача – совокупность закона (модели), исходных данных и вопроса, относительно которого следует разрешить (преобразовать) модель. Задача = модель + исходные данные (дано) + вопрос (требуется найти).

Алгоритм – это разрешенная относительно искомым данных задача, последовательность шагов решения задачи, цепочка перевода известных величин в неизвестные.

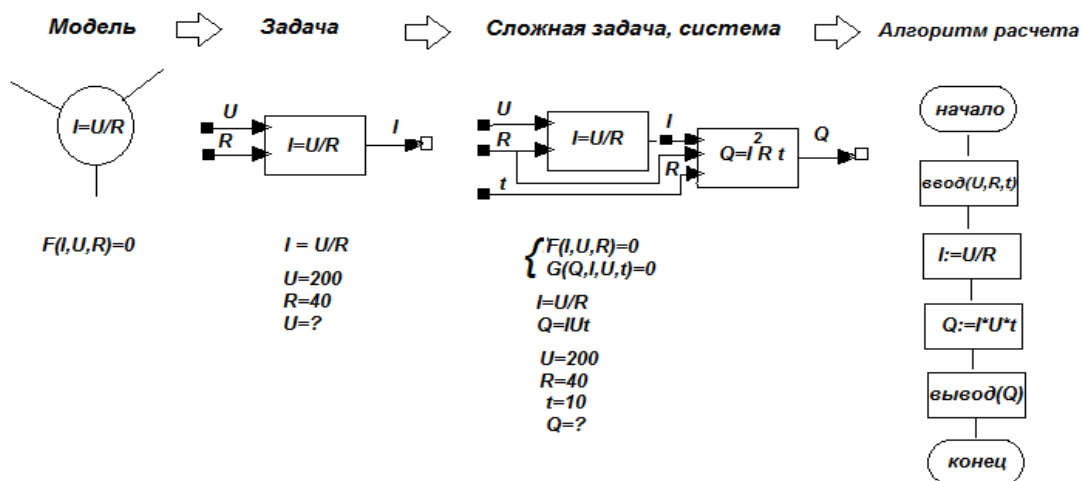
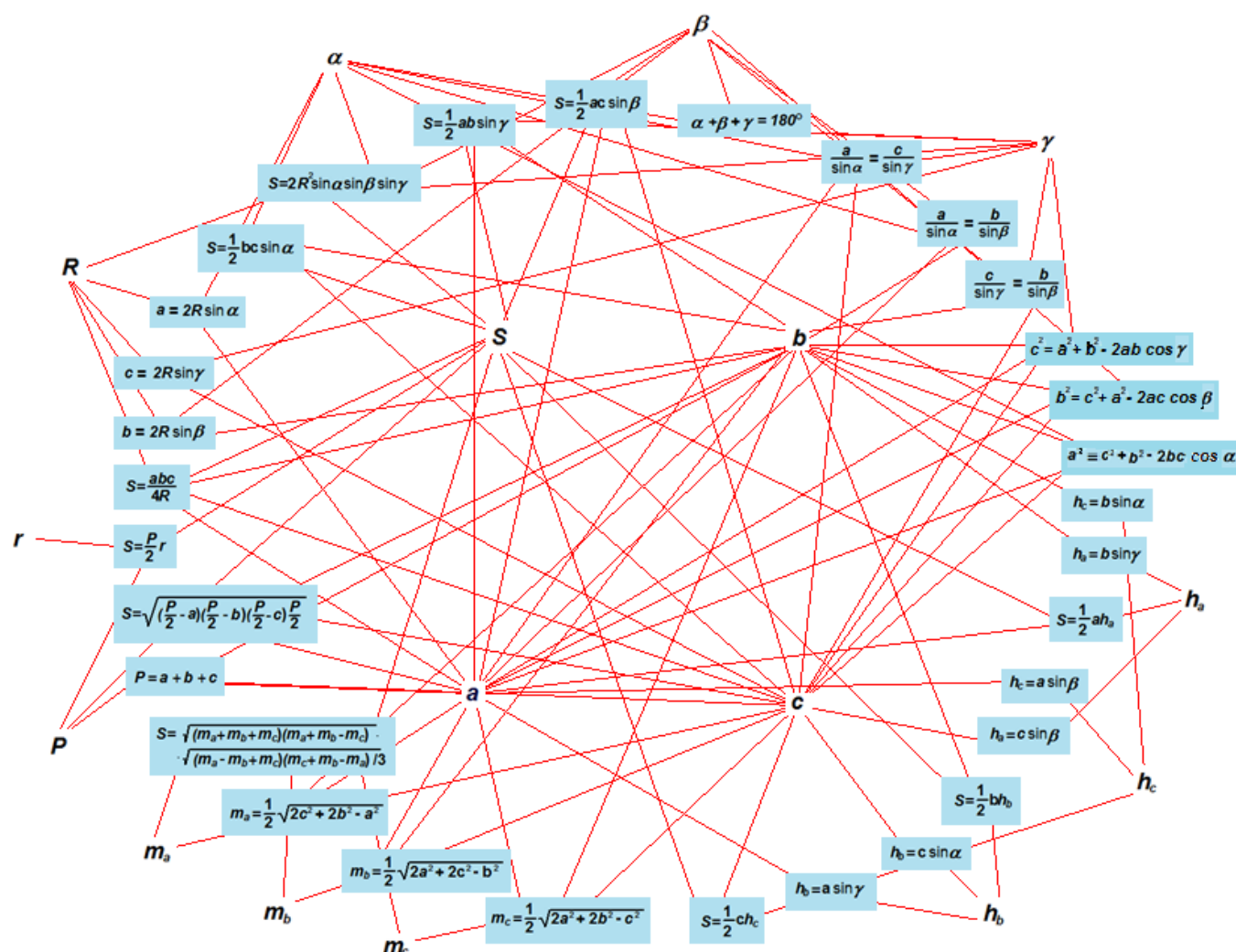


Рис. 2. Схематическое и математическое изображение модели, задачи и сложной задачи (устройства, системы, представленной целью) в среде проектирования и моделирования «Stratum – 2000»

Первым уровнем развития обладают исполнители (рабочие), которым ученики второго уровня передают готовые алгоритмы для многократного выполнения однотипных простых заданий. Для исполнения алгоритма достаточно владеть арифметикой, операциями с данными. Для решения задач второго уровня – алгеброй, операциями с моделями и знанием законов-моделей.

Обычно школа останавливается на втором уровне (знание и запоминание законов изучаемого предмета, умение алгебраических преобразований и навык формализации и решения задач), поэтому учащиеся, показывающие по какой-либо причине (чаще по причине самостоятельного саморазвития и пытливости) больше, чем описанные учебные действия, справедливо считаются одаренными, талантами. Задача-максимум, которая может быть поставлена перед преподавателем в рамках классической педагогики, – свободное манипулирование моделями, виртуозное решение сложных задач. При этом перед преподавателями не ставится задача подготовки таланта, учащегося, способного к разрешению задач третьего уровня (проблем).

Сложность задачи, синтезируемого устройства, системы определена длиной цепочки преобразований. Обычно знания заданной предметной области представлены моделями, связанными между собой понятиями. В системе «Интеллектуальная школа» такие связанные модели (графы) называются и представляются картами знаний. На рисунке 3 показана карта знаний одного из разделов геометрии – «Соотношения в треугольнике».



Элементы треугольника:

- | | |
|---|--|
| α, β, γ - углы треугольника, | m_a - медиана, проведенная к стороне a , |
| a - сторона, лежащая против угла α , | m_b - медиана, проведенная к стороне b , |
| b - сторона, лежащая против угла β , | m_c - медиана, проведенная к стороне c , |
| c - сторона, лежащая против угла γ , | h_a - высота, проведенная к стороне a , |
| P - периметр, | h_b - высота, проведенная к стороне b , |
| R - радиус описанной окружности, | h_c - высота, проведенная к стороне c . |
| r - радиус вписанной окружности, | |
| S - площадь треугольника, | |

Рис. 3. Карта знаний (модель, представленная понятиями и умозаключениями базы знаний) для генерации и решения задач раздела «Соотношения в треугольнике» в системе «Интеллектуальная школа»

Далее на рисунках 4, 5 показана задача, автоматически поставленная на этой модели интеллектуальным генератором задач, и ее решение (автоматическое построение алгоритма) путем упорядочения графа.

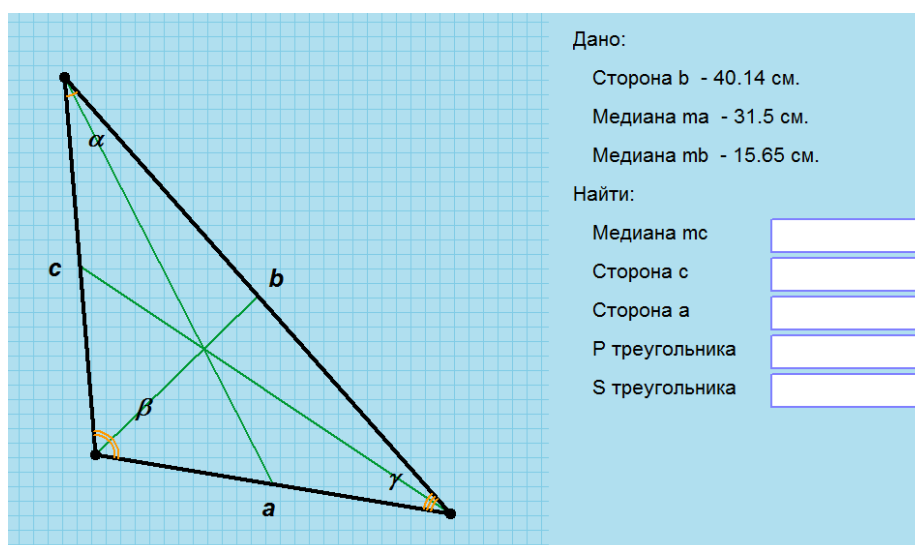


Рис. 4. Геометрическая задача (вид упражнения в системе «Интеллектуальная школа»)

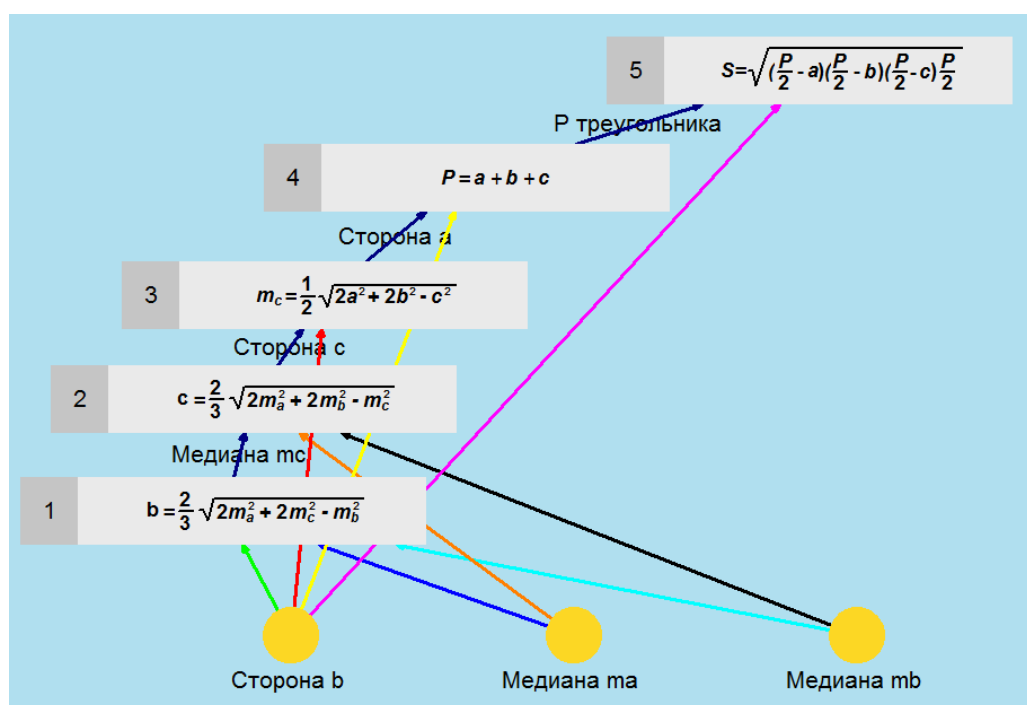


Рис. 5. Решение геометрической задачи на модели треугольника, представленное алгоритмом (вид упражнения в системе «Интеллектуальная школа», задача и алгоритм ее решения сгенерированы автоматической системой искусственного интеллекта)

Тактика обучения в школе состоит в том, что если учащийся не справляется со сложной задачей, то цепочка преобразований делится пополам, и каждая из двух частей задачи предлагается для решения учащемуся по отдельности. Данная дихотомическая процедура повторяется до момента обнаружения конкретного незнания (закона или способа его преобразования) в одной из частей упрощенной задачи. На этом приеме (*регулирование нагрузки* через постепенное упрощение и усложнение задач) основан *тренаж* учащегося и процесс его обучения.

Одаренность учащегося определяется его способностью к преобразованиям, умением самостоятельно решать задачи определенной сложности (длина цепи преобразований) на предложенной ему учителем модели изучаемого объекта, особенно комплексных задач с применением законов из смежных областей знаний (рис. 6). Проектирование и конструирование систем с использованием нескольких предметных областей блестяще было продемонстрировано А.И. Половинкиным [3].

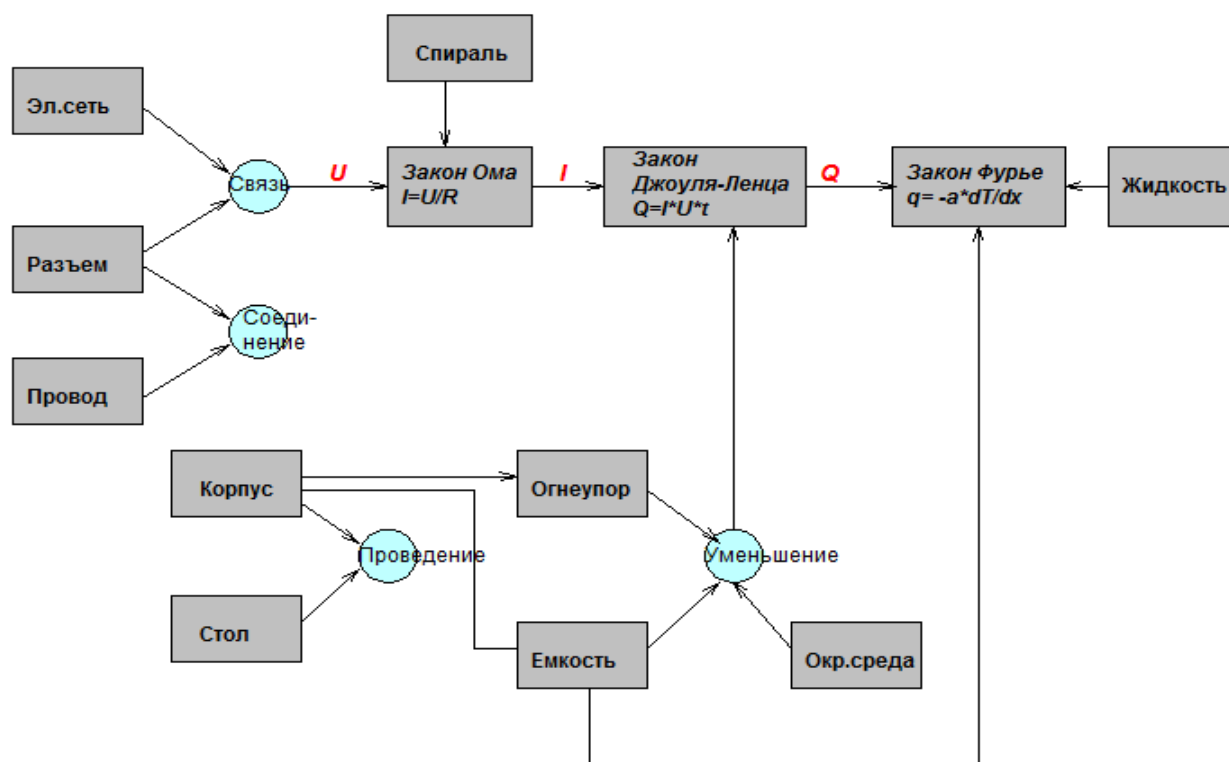


Рис. 6. Схема проекта чайника, использованы обобщенные операции Р. Коллера, физические законы, элементы, понятия (по мотивам А.И. Половинкина)

На 3-м уровне обучения (*талант*) перед учащимся стоит задача самому выявлять законы окружающего мира, разрешать таким образом постоянно появляющиеся новые проблемы, владеть общим способом решения задач на них.

Способность и задача таланта состоят в том, чтобы прогнозировать, предсказывать реакции окружающего мира на свои действия, а предугадывая их, подбирать наиболее удачные для себя из них. Поскольку мир бесконечен, а индивидуум в своем познании меняющегося мира ограничен временем и пространством деятельности, то прогноз индивидуумом поведения мира – величина вполне конечная, называемая *точностью предсказания*. Чем точнее модель мира, тем точнее предсказание, сделанное на ее основе.

2. Метод мышления таланта

Талант должен уметь сам строить модели окружающего мира, следовательно, должен понимать законы окружающего мира.

Методы открытия законов впервые предложил Галилей, математически процедуру

уточнил и предложил математический аппарат Ньютон. Бэкон сформулировал ряд общих положений.

Рассмотрим основные этапы открытия.

1. *Наблюдение.* Любое познание начинается с наблюдения за объектом исследования. Данный этап познания заключается во взаимодействии объекта с субъектом, в изменении свойств объекта и наблюдении результатов.

2. *Гипотеза.* Формулировку, предположение, связывающее причину и следствие в наблюдаемом нами явлении, называют гипотезой. Правдоподобных гипотез может быть выдвинуто множество. Для того чтобы выделить среди множества гипотез наиболее адекватную, все выдвигаемые гипотезы подвергаются экспериментальной проверке.

3. *Эксперимент.* Попытка искусственно создать причины, необходимые для возникновения явления так чтобы они повторялись по желанию. Эксперимент позволяет четче уяснить сходство и различие явлений между собой, выявить их общие механизмы, используя фундаментальное понятие симметрии, выявить существенные (повторяющиеся) факторы, действующие на исход эксперимента.

4. *Обозначение.* О причинах и следствиях явлений, о физических свойствах предметов намного легче разговаривать друг с другом, если длинные рассуждения записывать коротко в виде обозначений. Такая однозначность позволяет точнее передавать смысл фраз, в которых много синонимов, фигур речи, понимаемых разными людьми по-разному. И в математике, и в физике, и в других науках от словесных формулировок перешли к формальным выражениям, составленным из обозначений.

5. *Измерение.* Позволяет установить количественную связь причин и следствий изучаемых явлений, ввести отношения (больше – меньше, раньше – позже, дальше – ближе) между предметами или явлениями. Использование шкалы для измерения позволяет упорядочить предметы по выбранному признаку. Измерение представляет собой установление порядка между предметами. Измерение позволяет сравнивать между собой физические величины благодаря введению эталона (единицы измерения шкалы).

6. *Классификация.* Группирование явлений с ориентацией на их сходство и различие позволяет формулировать для всех сходных между собой явлений единый закон. Классификация позволяет увидеть единство окружающей природы.

7. *Операции, действия с обозначениями, связи.* Знаки операций (+, =, -) позволяют компактно и однозначно записать выражения – последовательности действий над признаками и свойствами предметов. Знаки операций указывают на связь признаков, указывают на структуру сложного объекта, поэтому выражения являются структурными формулами.

8. *Закон, связь.* Производя различные опыты, отсеивая ложное и случайное, постепенно выделяют общие закономерности: одни и те же причины вызывают одни и те же следствия. Те закономерности, которые выполняются при наиболее общих условиях, называют законами. Установив причинно-следственные связи, мы формулируем закон.

9. *Решение задач.* Общий подход к описанию явлений позволил подставлять один закон в другой, компактно и достоверно образуя цепь формальных выражений вместо сложных словесных умозаключений [1]. Используя законы и правила их преобразования (алгебру), стало удобно выражать путем эквивалентных преобразований неизвестные величины через

известные, которые в каждой задаче были разными. Таким образом, человечество выработало универсальный эффективный и экономичный способ решения сложных задач, которые возникают перед нами непрерывно.

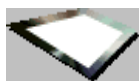
10. *Теория, система, организация.* Постепенно множество установленных экспериментально законов позволяет найти связь и между ними, объединить их в единую картину. Так как природа едина, то никакие законы не действуют по отдельности сами по себе. Объединение законов, связывающих сходные понятия, в физике называют теорией. При понимании общей теории явления часто начинают укладываться в определенную стройную систему, демонстрирующую новые свойства, формы или виды материи, которые ранее наблюдать не удавалось.

Таким образом, использование теории для открытия новых неизвестных фактов и свойств систем позволяет таланту целостно объяснить сложные явления, детально прослеживая связи причин и следствий, и предсказать новые, характерные для области знания, которую она описывает. Система характеризуется устойчивостью, что позволяет принять ее в качестве нового элемента более высокого уровня организации. Понимание системы явлений является высшей фазой освоения научной дисциплины для рассматриваемого уровня организации. Теория позволяет замкнуть триаду «свойства – элементы – отношения» и перейти к следующей триаде.



Список литературы

1. Мухин О.И. Моделирование систем [Электронный ресурс] // Stratum.ac.ru: информ.-справочный портал. Пермь, 2000 – 2018. – URL: <http://stratum.ac.ru/education/textbooks/modelir/lection20.html> (дата обращения: 06.02.2018).
2. Мухин О.И., Полякова О.А. Интеллектуальная школа. Система интерактивных программных комплексов по дисциплинам школьной программы (свидетельство): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011614662, зарег. 10.06.2011. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.
3. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988.



УДК 53(07)
Ч420.268.4

Д. В. Баяндин

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В РАМКАХ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Рассматривается проблема сопряжения компетенций, заданных в ФГОС различных направлений подготовки и закрепленных за конкретной дисциплиной в учебных планах, и компетенций этой дисциплины, сформулированных исходя из ее собственного содержания и внутренней логики. Обсуждаются роль и возможности информационно-образовательной среды в формировании компетенций, прежде всего для ее интерактивной составляющей. Перечисленные вопросы иллюстрируются на примерах образовательных программ, реализуемых в Пермском национальном исследовательском политехническом университете, в части, касающейся курса общей физики.

К л ю ч е в ы е с л о в а : инженерное образование, компетенции, интерактивные модели, интерактивные задания и тренажеры, обучение физике.

Полноценная реализация компетентного подхода требует серьезной модернизации системы образования. На сегодняшний день модернизация проявила себя, в основном, в различного рода документах, декларирующих изменение структуры учебной деятельности, а фактически – в сокращении объемов аудиторной работы. В действительности реорганизация учебного процесса имеет множество аспектов, в том числе предполагает серьезное изменение структуры информационно-образовательной среды (ИОС) и расширение ее функций. В первую очередь изменения должны коснуться интерактивных составляющих ИОС, без качественного роста возможностей которых модернизация системы образования невозможна.

1. Компетенции выпускника в соответствии с ФГОС направлений подготовки и компетенции, формируемые курсом физики

В настоящее время в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) в рамках ФГОС ВО реализуется 85 образовательных программ бакалавриата и специалитета инженерной направленности.

Одной из важнейших фундаментальных дисциплин при подготовке инженера является физика. Косвенно это подтверждается количеством компетенций, закрепленных за курсом физики в учебных планах различных образовательных программ. Данные, приведенные ниже, де-

монстрируют, что наборы компетенций, связанные с курсом физики в различных учебных планах, сильно разнятся как содержательно, так и по формулировкам.

Объемы изучения физики на различных направлениях подготовки также отличаются. В соответствии с рекомендациями основополагающего документа [7] в ПНИПУ реализована многоуровневая структура дисциплины «Физика», а именно выделены три уровня изучения базового курса общей физики в объеме 9, 11 и 14 зачетных единиц (ЗЕ). Это, как правило, меньше 300/450/600 часов, рекомендованных в [8] суммарно для базовой и вариативной части, поскольку вариативная часть курса физики предусмотрена весьма немногими учебными планами.

Наборы компетенций, закрепленные за дисциплиной «Физика» в учебных планах различных направлений подготовки, приведены в таблицах 1 – 3 для трех уровней изучения курса.

Таблица 1

**Закрепленные за курсом физики (9 ЗЕ) общекультурные
и профессиональные компетенции по направлениям подготовки**

№ п/п	Направление подготовки		Код компетенций по ФГОС ВО	Формулировка компетенции, приведенная в ФГОС ВО по направлениям подготовки
	код	наименование		
1	2	3	4	5
1	01.03.02	Прикладная математика и информатика	ОК-1	Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
			ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
			ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат
			ПК-6	Способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций
			ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
			ОПК-2	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
2	08.03.01	Строительство	ОПК-1	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ОПК-2	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
3	09.03.01	Информатика и вычислительная техника	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-2	Способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
4	09.03.02	Информационные системы и технологии	ОК-1	Владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь
			ОПК-2	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ПК-5	Способность проводить моделирование процессов и систем
			ПК-23	Готовность участвовать в постановке и проведении экспериментальных исследований
			ПК-24	Способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений
			ПК-25	Способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований
5	09.03.03	Прикладная информатика	ОПК-3	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
6	10.03.01	Информационная безопасность	ОК-8	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-1	Способность анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач
7	13.03.03	Энергетическое машиностроение	ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
			ПК-5	Способность участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
8	15.03.01	Машиностроение	ОПК-1	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
9	18.03.01	Химическая технология	ОПК-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
			ОПК-2	Готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строения вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
			ПК-16	Способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

1	2	3	4	5
			ПК-19	Готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления
10	19.03.01	Биотехнология	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-3	Способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
11	23.03.03	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-3	Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
12	24.03.02	Системы управления движением и навигация	ОК-2	Способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
			ОК-17	Владение культурой мышления и способность к обобщению, анализу, систематизации, постановке целей и выбору путей их достижения, умение аргументировано и ясно строить речь
			ОПК-5	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
			ПК-6	Способность по готовым методикам выполнять теоретические, лабораторные и натурные исследования и эксперименты для решения исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры
13	24.03.05	Двигатели летательных аппаратов	ОК-1	Владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения
			ОК-10	Способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ОК-13	Способность применять прикладные программные средства при решении практических задач
			ОК-14	Способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
14	27.03.02	Управление качеством	ПК-3	Способность применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач
15	27.03.05	Инноватика	ОПК-7	Способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности

Таблица 2

**Закрепленные за курсом физики (11 ЗЕ) общекультурные
и профессиональные компетенции по направлениям подготовки**

№ п/п	Направление подготовки		Код компетенций по ФГОС ВО	Формулировка компетенции, приведенная в ФГОС ВО по направлениям подготовки
	код	наименование		
1	2	3	4	5
1	12.03.03	Фотоника и оптоинфор- матика	ОПК-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
			ОПК-3	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат
			ОПК-5	Способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований
			ОПК-6	Способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования
2	13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
3	15.03.02	Технологические машины и оборудование	ОПК-4	Понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, способность получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовность интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде
4	15.03.03	Прикладная механика	ОПК-2	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
			ОПК-3	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат
5	15.03.04	Автоматизация технологических процессов и производств	ОК-5	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-1	Способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
			ОПК-4	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
6	15.03.05	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	ОПК-1	Способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
			ПК-1	Способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
				разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
			ПК-4	Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа
7	21.03.01	Нефтегазовое дело	ОК-1	Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
			ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
			ОПК-2	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
8	21.05.01	Прикладная геодезия	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
			ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
			ОПК-5	Способность рецензировать технические проекты, изобретения, статьи
9	21.05.02	Прикладная геология	ПК-1	Готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией
			ПК-12	Способность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению
			ПК-14	Способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы
10	21.05.04	Горное дело	ОПК-4	Готовность с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и освоению георесурсного потенциала недр
			ОПК-5	Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов
			ОПК-6	Готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
			ОПК-9	Владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений
			ПК-1	Владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
			ПК-16	Готовность выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты;
			ПК-17	Готовность использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов
11	21.05.05	Физические процессы горного или нефтегазового производства	ОПК-5	Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов
			ОПК-6	Готовность использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов, владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива
			ПК-16	Готовность проводить анализ, патентные исследования и систематизацию научно-технической информации в области добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений
			ПК-17	Готовность выполнять экспериментальные исследования в натурных и лабораторных условиях с использованием современных методов и средств измерений, готовность обрабатывать и интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты
			ПК-18	Готовность демонстрировать умения использовать технические средства для оценки свойств горных пород и состояния массива, а также их влияния на параметры процессов добычи, переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений
			ПСК-1.5	Способность осуществлять экспертизу технических и технологических проектных решений при добыче, переработке полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений и обосновывать внесение в них необходимых изменений
12	22.03.01	Материаловедение и технологии материалов	ОПК-2	Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Таблица 3

**Закрепленные за курсом физики (14 ЗЕ) общекультурные
и профессиональные компетенции по направлениям подготовки**

№ п/п	Направление подготовки		Коды компетенций по ФГОС ВО	Формулировка компетенции, приведенная в ФГОС ВО по направлениям подготовки
	код	наименование		
1	2	3	4	5
1	10.05.03	Информационная безопасность автоматизированных систем	ОК-8	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-1	Способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач
2	11.03.02	Инфокоммуникационные технологии и системы связи	ОПК-3	Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
			ПК-17	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики
			ПК-18	Способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов
3	17.05.02	Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
			ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
			ОПК-1	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
4	18.05.01	Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий	ОК-7	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
			ПК-4	Способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, обеспечение требований по стандартизации, сертификации и качеству продукции, совершенствование контроля технологического процесса
5	20.03.01	Техносферная безопасность	ОК-10	Способность к познавательной деятельности
			ПК-20	Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные
			ПК-21	Способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива
			ПК-22	Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач
			ПК-23	Способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных
6	21.05.06	Нефтегазовые техника и технологии	ОПК-1	Способность проводить количественный и качественный анализ параметров и контроль физического, химического, экологического состояния природных и технических механизированных, в том числе автоматизированных, систем и социальных систем

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
			ПК-5	Готовность применять процессный подход в профессиональной деятельности
7	22.03.02	Металлургия	ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные общинженерные знания
			ПК-3	Готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
			ПК-5	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
8	24.05.02	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	ОК-1	Владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения
			ОК-10	Творческое принятие основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ОК-19	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
			ОК-21	Способность отстаивать и применять научный подход и анализ проблем во всех видах профессиональной деятельности; противодействовать лженаучным идеям и течениям
			ОК-22	Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
			ОК-23	Осознание преемственности поколений российской школы инженеров-механиков, проявление уважения к историческому наследию
			ПК-6	Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
			ПК-32	Способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов
			ПК-34	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности
9	27.03.04	Управление в технических системах	ОПК-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
			ОПК-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
			ОПК-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
10	28.03.03	Наноматериалы	ОПК-1	Способность применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме, необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ОПК-3	Способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием

Анализ приведенных выше таблиц показывает, что составители учебных планов, являющиеся представителями выпускающих кафедр вуза, не всегда адекватно устанавливают соответствие между компетенциями ФГОС ВО и дисциплины – как по количеству компетенций, так и по их содержанию.

Так, количество закрепленных за курсом физики компетенций варьируется от 1 до 7 (направление 21.05.04) и даже 9 (направление 24.05.02). При этом единственная заданная в учебном плане компетенция может в действительности не иметь отношения к физике. Например, «понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, способность получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовность интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде» лишь косвенно относится к физике для направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». Очевидно, что выпускник по этому направлению должен обладать компетенциями, в большей степени и непосредственно связанными с физикой.

Нередко составители учебных планов приписывают физике специфические общекультурные, информационные или профессиональные компетенции. Скажем, физика должна обеспечить «способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции» (ОК-1 для направлений 01.03.02 и 21.03.01) или «способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации» (ОПК-3 для направления 11.03.02). «Физическими» для направления 21.05.04 считаются компетенции ПК-1 и 17, хотя вся физика в полной мере охватывается компетенциями ОПК-4,5,6,9.

Зато действительно важные компетенции, связанные с физикой, могут быть упущены. Например, по направлению 17.05.02 за физикой закреплены две чисто гуманитарные общекультурные компетенции ОК-1 и 7, а кроме них лишь одна общепрофессиональная, не имеющая непосредственного отношения к физике ОПК-1: «Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности». Представляется спорным, что лишь в этом состоят связанные с физикой компетенции выпускников направления «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие».

Помимо некорректного задания для фундаментальных дисциплин компетентностей из ФГОС имеется и чисто техническая причина для корректировки наборов и формулировок назначенных компетенций. Ясно, что составление 85 (по числу учебных планов) или даже 27 (по числу направлений подготовки) рабочих программ по одной дисциплине практически невозможно и нецелесообразно. Поэтому Управлением образовательных программ и кафедрой общей физики было принято решение провести анализ закрепленных в учебных планах за курсом физики компетенций и обобщить их в виде небольшого числа унифицированных компетенций. Представлялось очевидным, что при этом целесообразно, по возможности, использовать формулировки, приведенные в примерных программах [8], где были даны 6 общекультурных, 5 общенаучных, 5 инструментальных и 11 профессиональных компетенций, которые курс физики может формировать у выпускника бакалавриата и специалитета.

В результате были сформулированы [4] следующие 4 унифицированные для всех инженерных направлений подготовки дисциплинарные компетенции (УК):

УК-1. *Способность к самостоятельной работе с информацией (восприятие, анализ, систематизация, обобщение, устное и письменное изложение), к саморазвитию, приобретению новых знаний и умений, в том числе с использованием современных технологий, к использованию существующих и освоению новых программных средств, обладание общей культурой мышления,*

УК-2. *Способность научно и обоснованно анализировать проблемы, процессы и явления, относящиеся к дисциплине «Физика», представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных знаний, ставить цель и находить пути ее достижения,*

УК-3. *Способность использовать знания основных физических теорий для решения фундаментальных и прикладных задач, для понимания принципов работы приборов и устройств, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, в том числе выдвигать гипотезы, составлять теоретические модели, проводить анализ границ их применимости,*

УК-4. *Способность планировать и проводить научно-технические эксперименты с использованием современных измерительных приборов и оборудования, применением адекватных экспериментальных и численных методов, оценивать точность измерений, проводить обработку, анализ и интерпретацию данных.*

Первая компетенция охватывает все аспекты работы с информацией как таковой, не обязательно относящейся к физике; вторая связана с анализом научно-технических проблем с позиций физики, этапом общего целеполагания в исследовании и его планирования; третья – в основном, с теоретическим исследованием, четвертая – с экспериментальным.

В соответствии с этими унифицированными компетенциями в рабочих программах дисциплины были сформулированы проектируемые результаты ее освоения [4]. Выпускник технического вуза должен:

– **знать:**

- основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, возможности использования в практических приложениях;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

- основные методы физического исследования, в том числе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля;
- методы решения физических задач, соответствующих элементам профессиональной деятельности;
- основные приемы и технологии работы с различными видами информации;

– **уметь:**

- анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений;
- указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- записывать уравнения для физических величин в системе СИ;
- использовать основные понятия, законы и модели физики, оперировать ими для решения прикладных задач;
- работать с приборами и оборудованием, использовать различные методики измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных;
- применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств;

– **владеть:**

- навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях, методами решения типовых задач;
- навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой информации;
- навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов;
- навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств;
- навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм;
- навыками самообучения и развития в общекультурной и профессиональной сферах.

Очевидно, что для формирования многих компонентов компетенций весьма желательна адекватная поддержка процесса учения внутри информационно-образовательной среды.

2. Информационно-образовательная среда: состояние и необходимые изменения

В 2011 г. при переходе на ФГОС Ученый совет Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) утвердил трехуровневую схему реализации курса физики в следующих объемах: 1) базовый уровень – 9 зачетных единиц (ЗЕ); 2) средний уровень – 11 ЗЕ; 3) высокий – 14 ЗЕ; экзамен имеет вес 1 ЗЕ. Отметим еще раз, что в документе [8] трудоемкость выделенных в нем уровней в среднем существенно выше: уровень 9–11 ЗЕ (примерно 300 часов) именуется минимальным, уровень 14–15 ЗЕ (примерно 450 часов) – базовым, уровень 18–20 ЗЕ (примерно 600 часов) – расширенным. Снижение плановой трудоемкости курса физики в ПНИПУ было предопределено тем, что для базовой части ОПОП на дисциплины бывшего цикла математических и естественнонаучных (МиЕН) дисциплин вуз зафиксировал суммарный объем 36 ЗЕ, тогда как в примерных программах [8] рекомендовано 45 ЗЕ. Вуз установил также, что на аудиторную работу должно приходиться 50 % трудоемкости в среднем по дисциплинам каждого цикла, а количество лекционных часов в среднем по циклу не должно превышать 35 % часов аудиторной работы.

При составлении учебных планов и рабочих программ трудоемкость дисциплины распределялась по семестрам (двум или трем) равномерно.

Распределение часов по видам занятий, полученное при заданных ограничениях объема аудиторной работы, представлено в табл. 4. В течение семестра предусмотрен контроль самостоятельной работы (КСР) студентов, который осуществляется в форме бланчного или компьютерного тестирования; на эту деятельность выделено по 2 часа в семестр для уровней 1 и 3 (имеющих меньшую семестровую трудоемкость) и по 4 часа в семестр для уровня 2. Объем самостоятельной работы студентов (СРС) равен суммарному объему аудиторной работы [4].

Таблица 4

Трудоемкость курса общей физики и распределение часов по видам занятий

Уровень	Трудоемкость, ЗЕ	Кол-во семестр. изучения	Кол-во часов по видам занятий (в каждом семестре)					Формы контроля
			лекции, ч.	практич. занятия, ч.	лаб. раб., ч.	КСР	СРС	
Базовый	9	2	24	18	28	2	72	1 зач. с оц., 1 экз.
Средний	11	2	32	18	36	4	90	1 зач. с оц., 1 экз.
Высокий	14	3	24	18	28	2	72	1 зач. с оц., 2 экз.

Формально показанному распределению соответствует недельная нагрузка студентов (по схеме: часы лекций/практических занятий/лабораторных занятий): уровень 1 – 1,5/1/2; уровень 2 – 2/1/2; уровень 3 – 1,5/1/2; контроль самостоятельной работы осуществляется для уровней 1 и 3 за счет часов лабораторных занятий, а для уровня 2 – за счет часов лекций.

Проследим тенденции изменения трудоемкости курса физики при переходе на образовательные стандарты третьего и последующего поколений. При обучении специалистов по ГОС-2 лишь для 25 % специальностей пермского политеха трудоемкость курса была ниже 375 часов (минимальный уровень по [8]), для 50 % специальностей составляла от 375 до 525 часов (базовый уровень по [8]) и для 25 % специальностей была выше 525 часов (расширенный уровень).

После перехода на ФГОС для 90 % направлений подготовки трудоемкость дисциплины снизилась до минимального уровня и лишь для 10 % соответствовала базовому. Таким образом, в среднем объем изучения физики уменьшился примерно в 1,5 раза, на смену трех- и четырехсеместровым курсам дисциплины пришли, в основном, двухсеместровые. Это означает, что при переходе на четырехлетний срок подготовки студентов экономия года была достигнута, в основном, за счет сокращения дисциплин МиЕН цикла, в том числе за счет курса физики.

В последние два года, впрочем, появилась тенденция к увеличению объема курса физики за счет возврата по ряду направлений подготовки от бакалавриата к специалитету. Соответственно, увеличилось количество групп, изучающих физику на третьем уровне. Однако объемы курса в период действия ГОС-2 были существенно больше.

Приведенные данные по ПНИПУ относятся к курсу физики в базовой части блока дисциплин. В вариативных частях этого блока некоторых ОПОП упоминаются дисциплины, имеющие отношение к физике, однако выпускающие кафедры, как правило, ведут обучение по ним в своих лабораториях самостоятельно, без привлечения преподавателей кафедр физики (их в вузе две). Возможности влиять на содержание и качество таких занятий кафедры физики практически не имеют. В качестве одного из немногих положительных примеров можно привести направление 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика» (направление «Волоконная оптика»), подготовка по которому открыта в 2009 г. при кафедре общей физики. Здесь «физическая составляющая» блока дисциплин имеет суммарную по базовой и вариативной частям трудоемкость 27 ЗЕ, кроме того, значительное число дисциплин бывшего профессионального цикла также имеют прямое отношение к физике.

Избранный большинством выпускающих кафедр минимальный уровень изучения курса физики «...предполагает способность воспроизводить типовые ситуации, использовать их в решении простейших задач. На этом уровне рассматриваются только модельные представления, описывающие достаточно ограниченный круг экспериментальных ситуаций» [8]. Представляется, что этот уровень недостаточен для поддержания уровня исследовательского университета.

В сложившихся условиях возрастает важность развития методического обеспечения занятий и эффективной организации самостоятельной работы студентов. Это означает необходимость развития информационно-образовательной среды (ИОС), появления новых ее качеств и возможностей; в особенности это касается электронной составляющей ИОС.

Понятие электронной информационно-образовательной среды появилось не вчера, однако в научно-методических публикациях существуют отличия его трактовок. Поэтому ниже приведены цитаты из материалов, позиция авторов которых близка к нашей.

«На основании требований федеральных государственных образовательных стандартов, предъявляемых к организациям высших профессиональных образовательных организаций с 2012 года, каждый вуз должен иметь ЭИОС – электронную информационно-образовательную среду. Цель создания ЭИОС – оперативное информирование обучающихся и остальных участников образовательного процесса о ходе обучения, а также обеспечение быстрого обмена данными, касающихся учебного процесса. ЭИОС обеспечивает доступ: к учебным планам, рабочим программам учебных дисциплин, изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, результатам прохождения обучения, а также к личным кабинетам обучающихся и преподавателей» [10].

«ИОС – системно организованная совокупность информационного, технического и учебно-методического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом образовательного пространства; единое информационно-образовательное пространство, построенное с помощью интеграции информации на традиционных и электронных носителях, компьютерно-телекоммуникационных технологиях взаимодействия, включающее в себя виртуальные библиотеки, распределенные базы данных, учебно-методические комплексы и расширенный аппарат дидактики; совокупность взаимосвязанных подсистем, целенаправленно обеспечивающих педагогический процесс (например, информационная, техническая, дидактическая, методическая)» [9].

В работе [7] названы обязательными следующие компоненты ИОС вуза:

1. Информационно-образовательные ресурсы:

- библиотечные фонды вуза;
- интернет-классы (доступ к Интернету);
- кафедральные фонды (учебно-методические разработки, учебные пособия и др.);
- электронные учебники и пособия, демонстрации, тестовые и другие задания, образцы выполнения проектов.

2. Компьютерные средства обучения:

- компьютерная техника и ее программное обеспечение;
- автоматизированная система контроля знаний.

3. Система управления образовательным процессом:

- учебно-методические комплексы;
- модульный принцип построения курсов дисциплин;
- разработка и внедрение инновационных технологий обучения;
- организация научно-исследовательской работы студентов, участия их в научно-практических конференциях.

Схожие представления об ИОС высказывались в работах [1, 3, 6].

Вузовская информационно-образовательная среда по физике содержит ряд ресурсов глобального, общевузовского и кафедрального уровней. Их состав применительно к дисциплине «физика» в ПНИПУ отображен в табл. 5.

В целях развития ИОС ПНИПУ обе кафедры физики предпринимают шаги в следующих направлениях:

- 1) подготовка и издание новых печатных учебных и учебно-методических пособий;
- 2) развитие банка заданий контроля текущих и остаточных знаний с предоставлением студентам возможности тренингов по демонстрационным вариантам тестов;
- 3) увеличение информационной содержательности Web-страницы кафедр;
- 4) расширение области применения разработанных элементов виртуальной среды обучения физике – системы модельных демонстраций для сопровождения лекций, комплекса модельных лабораторных работ и комплекса интерактивных тренажеров, предназначенного для формирования базовых знаний, умений и навыков, необходимых для решения физических задач и проведения измерений с помощью основных физических приборов. Последний весьма актуален как инструмент «подтягивания» первокурсников, поскольку уровень обученности абитуриентов с каждым годом явственно падает.

Таблица 5

Состав информационно-образовательных ресурсов по физике в ПНИПУ

Элемент ИОС	Назначение и содержание	Разработчик / держатель	Размещение
<i>Глобальный и общеузовский уровень</i>			
Электронный каталог и электронная библиотека ПНИПУ	Доступ к учебной литературе: методические и учебные пособия	ПНИПУ	Сайт библиотеки ПНИПУ http://elib.pstu.ru/
Система удаленной поддержки обучения физике	Доступ к электронным образовательным материалам: тексты, модели, тесты	Moodle / ПНИПУ	Сайт дистанционного обучения ПНИПУ: http://do.pstu.ru/
Online-курс физики	Доступ к электронным образовательным материалам: видеоролики, интерактивные задания, тексты, тесты	кафедра ОФ ПНИПУ / ГИРЯП им. Пушкина	Сайт Государственного института русского языка им. А.С.Пушкина https://pushkininstitute.ru/school/external_courses/219
Общевузовская система тестирования	Контроль СРС	ПНИПУ	Специализированные компьютерные классы
<i>Кафедральный уровень</i>			
Страница «Информационно-образовательные ресурсы» кафедры ОФ на сайте ПНИПУ	Доступ к учебной литературе: методические и учебные пособия, контрольные работы	ПНИПУ / кафедра ОФ	http://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70
Кафедральная система видео- и анимационных демонстраций	Сопровождение лекций		Сервер кафедры ОФ
Система интерактивных модельных демонстраций и заданий «Интер@ктивная физика» в среде Stratum	Сопровождение лекций и практических занятий	Институт инновационных технологий	Сервер кафедры ОФ
Система интерактивных тренажеров и тестов в среде Stratum	Поддержка практикума по решению задач, организация СРС	Институт инновационных технологий	Сервер кафедры ОФ
Индивидуальные коллекции электронных образовательных ресурсов	Сопровождение занятий	Преподаватели кафедры ОФ	Персональные компьютеры преподавателей

Многие вузы, в том числе пермские политехнический и гуманитарно-педагогический университеты, реализуют системы удаленной поддержки обучения. Одним из наиболее часто используемых инструментов при этом является платформа дистанционного обучения Moodle.

В последние годы все большее число вузов расширяет спектр используемых образовательных технологий за счет внедрения в учебный процесс онлайн-курсов. Одним из лидеров в этом направлении является Национальный исследовательский Томский государственный университет. В настоящий момент в НИ ТГУ разработано и реализуется 45 онлайн-курсов, представленных на различных платформах «Открытое образование» (<https://openedu.ru/>), «Курсера» (<https://coursera.org/>), «Лекториум» (<https://www.lektorium.tv/>), Stepik (<https://stepik.org/>), OpenProfession (<https://openprofession.ru/>).

ПНИПУ также принял участие в федеральном проекте по разработке онлайн-курсов на базе Государственного института русского языка им. А.С. Пушкина (ГИРЯП). Сотрудниками че-

тырех кафедр ПНИПУ был разработан цикл «Основы инженерного дела», включающий курсы физики (https://pushkininstitute.ru/school/external_courses/219), теоретической механики, информатики и начертательной геометрии. Назначение курсов – профорientация старшеклассников и поддержка обучения студентов-первокурсников.

К сожалению, используемые при дистанционном и онлайн-обучении технологии обычно достаточно примитивны; реализованные курсы можно назвать «условно-интерактивными». Как правило, обучающимся предоставляется возможность потреблять структурированный (модульная форма представления) теоретический материал в виде иллюстрированных текстов и видеодемонстраций, а также осуществлять самоконтроль качества усвоения материала посредством решения тестов с заданиями простейших типов. Вероятно, такие технологии удовлетворительны для обучения гуманитарным дисциплинам; из более чем 140 курсов, представленных на сайте ГИРЯП, 95 % – если не гуманитарные, то научно-популярные. В то же время для серьезного изучения математики, естественных и технических наук подобных технологий недостаточно.

Отметим, что разработанный в ПНИПУ онлайн-курс физики включает видеозаписи модельных демонстраций, выполненных средствами видеозахвата экрана, и полсотни интерактивных задач, реализованных в Macromedia Flash специально для ГИРЯП. Администраторы сайта были этим шокированы и поначалу даже не хотели выкладывать материал на страницу дисциплины, настолько это выходило за рамки сложившихся традиций. И, следует признать, что действительно эти задачи выглядят на сайте чужеродно, поскольку результаты их решения невозможно отображать в системе статистики сайта и портфолио обучающихся.

Поэтому повторим, системы дистанционного и онлайн-обучения предоставляют мало подходящие для инженерного образования технологии. Главная технологическая проблема – практическое отсутствие интерактива; что же касается текстов, то классические учебники физики содержат тексты заведомо более высокого качества. Другая проблема – неразвитость методики электронного обучения математике, естественным и техническим наукам.

3. Интерактивные технологии для обеспечения реального роста обученности

Сохранение и тем более повышение качества естественнонаучного и технического образования, его интенсификация в условиях ускоряющегося в масштабах планеты научно-технического прогресса невозможны без использования новых педагогических технологий, в том числе опирающихся на современные информационные технологии. Все более актуальной становится задача последовательной реализации в процессе обучения деятельностного подхода – в том, что касается развития представлений о мироустройстве, причинах и взаимосвязях различных явлений, формирования умений решения задач, получения навыков работы с измерительными приборами и проведения экспериментальных исследований.

Одно из важных направлений развития информационно-образовательной среды связано с разработкой и использованием программных средств учебного назначения, эффективных, интеллектуальных, гибких, методически выверенных, позволяющих варьировать объем и формы представления материала, методику его подачи. Электронные образовательные продукты должны обеспечивать поддержку интенсивных, целенаправленных и контролируемых занятий учащихся, а также тщательную, но доброжелательную проверку приобретенных знаний, умений и компетенций, оценку их системности и систематичности.

При изучении такой сложной дисциплины, как физика, недостаточно, чтобы учащийся только слушал учителя, рассматривал наглядные пособия и наблюдал за ходом демонстрационного эксперимента – во всяком случае, если целью является качественное и результативное (в смысле способности применения знаний) уяснение и усвоение учебного материала. Деятельностный компонент курса физики связан с оперированием текстово-графической информацией, с решением задач и лабораторным практикумом. Но в нынешних условиях педагог не в состоянии пошагово контролировать соответствующие действия учащегося, не в состоянии оценить их точность и самостоятельность. Поэтому мотивированный ученик учится добросовестно, немотивированный же имеет возможность лишь имитировать учение. Продуманное использование компьютерных технологий способствует повышению мотивации и побуждает не имитировать деятельность, а реально ее осуществлять.

Лучшие программные продукты и методики поддерживают интерактивность обучения, деятельностное усвоение знаний, формирование навыков принятия решений. Открывается возможность передать компьютеру ряд выполняемых учителем рутинных функций, прежде всего – повторных объяснений приемов и операций, применяющихся при решении задач, весомой доли тренингов и контроля. Соответственно, появляется время для более творческих видов педагогической деятельности. Достоинствами компьютерных образовательных технологий при изучении физики являются:

- появление новых механизмов развития теоретического мышления;
- визуализация сложных процессов, причем с элементами активности, манипуляционности (в отличие от видео- и телеобучения);
- автоматизация обработки данных эксперимента (пассивная роль компьютера);
- управление натурным экспериментом (активная его роль);
- возможность сочетания экспериментального исследования с построением и изучением идеальной, математической и компьютерной модели;
- проведение численного эксперимента в ситуациях, в которых непригодны стандартные приборы – на очень больших или очень малых временных и пространственных масштабах, а также в тех областях физики, для которых натурный эксперимент в классе или вообще на Земле невозможен;
- расчет задач, аналитическое решение которых сложно или невозможно;
- возможность коллекционирования, обработки и воспроизведения видео-, аудио-, редких полиграфических изображений и другого иллюстративного материала;
- удобство и дешевизна тиражирования программных продуктов по сравнению со средствами обучения, традиционными для данной учебной дисциплины;
- наконец, безопасность: компьютерная система, в отличие от экспериментальной установки, не взорвется, не повлечет материальные и человеческие жертвы.

Информационно-образовательная среда (ИОС) за последнее десятилетие активной информатизации системы образования существенно изменилась, и в наибольшей, пожалуй, степени эти изменения коснулись обучения физике. Роль виртуальной составляющей ИОС курса физики стала весьма заметной, хотя все еще далекой от идеала. Применение программных средств в школе страдает, во-первых, отсутствием системности и фрагментарностью, а во-вторых, превалированием пассивных форм виртуальных учебных объектов (ВУО) – текстов, статичной гра-

фики и видео, а также создаваемых на их основе презентаций. Менее трети педагогов применяют анимации и модельные демонстрации, в основном, в режиме фронтальной работы. Чаше, чем ВУО других видов, учителя используют компьютерные тесты с простейшими типами заданий. Между тем потенциал виртуальной составляющей ИОС в части физики очень значителен. В рамках федерального проекта «Информатизация системы образования» (2005–2008 гг.) и помимо него был разработан ряд программных комплексов нового поколения, содержащих высокоинтерактивные объекты – модели и модельные конструкторы, а также задачи и тренажеры с серьезными экспертными системами анализа действий учащегося.

Научно-методическая периодика содержит большое число публикаций, описывающих возможности компьютерных технологий для повышения наглядности при сопровождении лекций, организации виртуального или компьютеризованного лабораторного практикума, локального или дистанционного контроля знаний. При этом практически отсутствуют работы, в которых анализируется эффективность диалоговых компьютерных систем в плане интенсификации процесса формирования представлений, усвоения приемов решения задач и отработки соответствующих умений и навыков в индивидуальном режиме применительно к учебным курсам значительного объема. Причина в том, что электронных учебных пособий, систематически охватывающих интерактивными заданиями курс физики, крайне мало.

Наиболее разносторонняя и эффективная компьютерная поддержка предметного обучения может быть осуществлена на основе *полнофункциональной* среды, обеспечивающей все фазы учебного процесса, все виды учебно-познавательной деятельности и формы организации занятий, включая самостоятельную работу учащихся. Такая среда должна обладать высокой степенью интерактивности и, значит, основываться на технологиях математического и компьютерного моделирования. Например, данная концепция реализована применительно к школьному и вузовскому курсу физики в электронном издании «Интер@ктивная физика» [5], разработанном Институтом инновационных технологий совместно с кафедрой общей физики ПНИПУ. Этот программный продукт и отдельно его тренажерный компонент в виде модуля для самостоятельной работы студентов входят в число информационно-образовательных ресурсов ИСО ПНИПУ по физике; в таком качестве они указаны в таблице 5.

Основными составляющими системы «Интер@ктивная физика» являются:

- 1) контент – преимущественно интерактивные модели и задания;
- 2) инструмент компоновки объектов среды для поддержки занятия;
- 3) инструмент систематизации знаний учащихся;
- 4) система интернет-мониторинга результатов их учебной деятельности.

Система содержит интерактивные учебные объектов трех типов:

- интерактивные модели, анимации и видеосюжеты (около 600);
- интерактивные задания, репетиторы и тренажеры (около 700);
- интерактивные тесты (около 100).

Структура *полнофункционального* электронного средства образовательного назначения (ЭСОН), обеспечивающего поддержку широкого спектра форм организации учебных занятий и видов учебной деятельности, а также виды входящих в его состав ВУО обсуждались и были изображены в виде схемы в работе [3].

В состав ЭСОН входят виртуальные учебные объекты, представляющие собой его содержательное наполнение, и объекты, позволяющие организовать работу пользователя. Выделим следующие компоненты полнофункционального ЭСОН:

- предметно-информационный, представленный описательно-иллюстративной и интерактивной моделирующей частями, из которых первая предназначена для отражения реального мира в рамках изучаемой предметной области, его описания аппаратом учебной дисциплины с целью предъявления готового знания, а вторая – для активного добывания нового знания самим учащимся;
- предметно-процедурный, ориентированный на усвоение и закрепление знаний, выработку умений и навыков, оценку качества этих процессов на основе взаимодействия пользователя с системами интерактивных задач, репетиторов и тренажеров;
- контролирующий – система тестов с блоком ведения статистики;
- системы навигации (навигаторы, справочники, поисковые системы, структурно-логические модели дисциплины, отражающие связи ее понятий и законов);
- система управления обучением и мониторинга.

Системы дистанционного обучения и онлайн-курсы в рамках такой схематизации содержат только описательно-иллюстративную часть предметно-информационного компонента и контролирующий компонент. Для обеспечения в ходе самостоятельного изучения дисциплины эффективного формирования заданных знаний, умений, владений и, в целом, компетенций (первый подраздел данной статьи) этого материала недостаточно, когда речь идет об инженерном или естественнонаучном образовании. В этом случае ключевую роль должны играть интерактивный моделирующий и предметно-процедурный компоненты.

Интерактивные модели и конструкторы предназначены для проведения учебных демонстраций, объяснения физических понятий, законов, явлений, выполнения модельного учебного эксперимента, в том числе аналогичного лабораторным работам. При работе с моделями – как дополнению к классическому лабораторному практикуму – учащиеся осуществляют в режиме диалога с компьютером такие формы деятельности, как наблюдение, сопоставление, обобщение, выбор, анализ результатов, поиск условий для реализации поставленной задачи. Модели должны также сопровождаться финальными заданиями для обратной связи, позволяющими выяснить, понял ли учащийся смысл демонстрации или модельной работы. Таким образом формируются элементы исследовательских, в том числе экспериментальных компетенций.

С позиций использования ЭСОН как средства усиления деятельностной компоненты процесса учения и его индивидуализации процедурные ВУО – интерактивные задачи и интерактивные тренажеры – являются основным типом учебных объектов, назначение которых состоит в формировании знаний, умений, навыков и компетенций. Экспертная система регламентирует на этапе тренажа необходимые шаги (дает ориентировочную основу действий), позволяет последовательно рассмотреть ключевые ситуации, пройдя их с постепенным повышением сложности заданий, оценивает правильность действий в измененных и нестандартных ситуациях, обеспечивает при необходимости возможность возврата к типовым ситуациям, реализуя цикличность процесса учения, осуществляет детальный контроль, проводит статистическую обработку результатов и отслеживает динамику развития учащихся. Интерактивные задания, репетиторы и тренажеры должны помочь учащимся научиться решать задачи и пользоваться измерительными

приборами. В случае неправильных действий учащегося экспертная система подскажет, в чем состоит ошибка. Важно, что процедурные ВУО, построенные на принципах математического моделирования, являются многовариантными, так что один и тот же объект может использоваться неоднократно и разными учащимися.

Более подробно эти вопросы обсуждаются в работе [3], а также в статье [2], посвященной специально проблемам компьютерной поддержки лабораторного практикума.

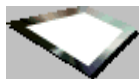


Список литературы

1. Абросимов А.Г. Современные информационные технологии в организации самостоятельной и неаудиторной работы студентов вузов // Вестник РУДН. Серия: «Информатизация образования». – 2004, №1. – С. 37–45. – URL: <http://ido.rudn.ru/vestnik/2004/3.pdf> (дата обращения: 16.01.2017)/
2. Баяндин Д.В. Дидактические аспекты применения интерактивных компьютерных технологий в лабораторном практикуме // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 511–533. – URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v18_i3/pdf/13.pdf (дата обращения: 18.01.2017)/
3. Баяндин Д.В. Реализация концепции полнофункциональной предметно-ориентированной среды обучения // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). – 2015. – Т. 18, № 4. – С. 574–601. – URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v18_i4/pdf/4.pdf (дата обращения: 18.01.2017)/
4. Баяндин Д.В. Унифицированный учебно-методический комплекс дисциплины «Физика». Рабочая программа дисциплины / Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 46 с.
5. Интер@ктивная физика. Система активных обучающих сред для средней и высшей школы: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Д.В. Баяндин, Н.Н. Медведева, О.И. Мухин [и др.]. – ООО ИИТ. – Электрон. дан. (7,3Гб, 7,9 Гб). – Пермь: ООО ИИТ, 2012.
6. Оспенникова Е. В. Электронный учебник. Каким ему быть? // Наука и школа. – М.: МПГУ, 2004. № 2. – С. 18–25.
7. Остроумова Е.Н. Информационно-образовательная среда вуза как фактор профессионально-личностного саморазвития будущего специалиста // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 37–40. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=21225> (дата обращения: 16.01.2017).
8. Примерные программы дисциплины «Физика» федерального компонента цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин для ГОС 3-го поколения / Ж.И. Алферов, А.Д. Гладун, А.Д. Суханов и др. – М.: Научно-методический совет по физике при Министерстве образования и науки Российской Федерации, 2009. 32 с.
9. Скибицкий Э.Г. Информационно-образовательная среда вуза: цель или средство в обеспечении качества образования // Труды Современной гуманитарной академии. – 2009. – №

6. – С. 52–67. – URL: http://www.edit.muh.ru/content/mag/trudy/06_2009/06.pdf (дата обращения: 30.11.2017).

10. Электронная информационно-образовательная среда ВУЗа: Moodle&Магеллан . – URL: <https://magellanius.ru/eios-vuz/> (дата обращения: 30.11.2017).



УДК 004.9
ББК 420.253

Д.А. Антонова

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ УЧЕБНЫХ МОДЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МАКСИМАЛЬНО РЕАЛИСТИЧНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Рассматривается содержание проектной деятельности студентов по разработке интерактивных моделей школьного физического эксперимента, реализуемых в технологии максимально реалистичного интерфейса. Определены основные принципы проектирования моделей данного вида: реалистичность визуализации экспериментальной установки и ее функционала, квазиреалистичность действий с элементами установки и исследуемыми физическими объектами, обеспечение высокого уровня интерактивности модели и соответствие ее сценарных решений методологии экспериментального исследования, направленность на формирование у учащихся обобщенных умений в работе с компьютерной моделью. Обоснована важность взаимосвязи методического и технологического подходов к проектированию учебных интерактивных моделей.

К л ю ч е в ы е с л о в а : обучение физике, физический эксперимент, экспериментальные умения, интерактивная модель, принципы проектирования учебных моделей физического эксперимента

Освоение курса физики в средней школе должно строиться с опорой на многочисленные наблюдения и эксперименты (как демонстрационные, так и лабораторные). Выполнение опытов позволяет учащимся накопить достаточный для систематизации и содержательного обобщения объем фактического материала и приобрести необходимые практические умения и навыки. Эмпирическое знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов, составляет необходимую основу для последующего теоретического осмысления сути изучаемых явлений природы.

К сожалению, этап эмпирического познания, связанный с проведением опытов, является в средней школе весьма ограниченным по времени. Невелик и объем соответствующей практической работы, выполняемой учащимися (демонстрационный физический эксперимент – это в основном работа «руками учителя», лабораторный эксперимент малочислен, а домашние опыты достаточно редко включаются учителями в содержание обучения). Негативным образом на данную ситуацию влияет и современная техносреда. Она не располагает учащихся к наблюдению за явлениями природы и изучению особенностей их протекания. «Причина тому – “упакованность” этих явлений в сложные технические устройства, заботливо окружающие нас и незримо удовлетворяющие наши потребности и интересы» [9, с. 434].

Ресурсы виртуальной среды могут рассматриваться как важное дополнительное средство, обеспечивающее подготовку учащихся в области методологии экспериментального исследования. Прежде всего должно быть уделено внимание совершенствованию и расширению базы видеоматериалов (*хроникальных, постановочных*), связанных с натурными физическими опытами (наблюдениями и экспериментами). Реалистичный видеоряд способствует расширению эмпирического кругозора учащихся, делает физические знания контекстными и востребованными на практике. Полезными в обучении являются фотоснимки и объекты статичной и интерактивной компьютерной графики, раскрывающие содержание и этапы постановки различных физических опытов. Необходимо разработка учебной анимации, иллюстрирующей особенности протекания изучаемых явлений, а также работу различных объектов техники, в том числе физических приборов.

Предмет особого интереса составляют объекты виртуальной среды, моделирующие учебный физический опыт и практические действия пользователя с приборами и материалами для его проведения [3, 4, 7, 8, 10]. Комплекс уникальных функций данной среды обучения (*интеллектуальность, моделинг, интерактивность, мультимедиа, коммуникативность, производительность*) позволяет разработчикам создавать данные объекты на высоком уровне качества [3, 5, 6]. Интерактивные учебные модели физического эксперимента весьма востребованы на образовательном рынке, поэтому необходимо вести постоянную работу по наполнению предметной среды моделями этого вида.

Поиск подходов к созданию виртуальных моделей физических опытов и их первые реализации относятся к началу 2000-х гг. В этот период такие модели представляли собой, как правило, простейшую анимацию природных физических процессов или этапов выполнения физического эксперимента по их исследованию. Позднее появились модели с кнопочно-анимационным интерфейсом, позволяющим пользователю менять параметры модели и наблюдать за ее поведением. Вскоре визуализация внешних признаков явлений стала дополняться визуализацией механизмов их протекания с целью иллюстрации положений той или иной физической теории, объясняющей данные явления. Особенностью визуального представления физических опытов в виртуальной среде в этот период была его достаточная схематичность [9, с 435]. Важно отметить, что применение в обучении схематичных модельных аналогов физического эксперимента приемлемо в основном для учащихся старших классов, так как у них в достаточной степени развито абстрактное мышление и имеется опыт проведения натурных экспериментальных исследований. На начальном этапе освоения курса физики работа с такими объектами виртуальной среды является весьма затруднительной для большинства обучаемых и нередко приводит к формированию у них неверных представлений о характере протекания явлений природы, а также к не вполне адекватному восприятию способов их экспериментального изучения. Схематичность учебных моделей и традиционный для рабочих окон способ управления их поведением (кнопки различных видов, списки, полосы прокруток и др.), безусловно, можно отнести к группе причин их недостаточной востребованности и низкой эффективности применения в массовой учебной практике.

В середине первого десятилетия наступившего века структура и функционал кнопочно-анимационного интерфейса учебных моделей активно совершенствовались. База моделей со строго заданными сценариями работы (по составу и последовательности действий) стала пополняться новыми моделями, позволяющими учащимся самостоятельно ставить цели и определять план действий по их достижению. Однако достаточно революционные преобразования в практике разра-

ботки учебных моделей этого вида в отечественном образовании произошли только в конце 2000-х гг. Благодаря развитию технологий виртуального моделинга стало возможным воспроизводить в виртуальной среде физические объекты в 3D-формате, а с включением в виртуальную среду процедуры «drag&drop» стали меняться представления о модели деятельности обучаемого с виртуальными объектами. Развитие шло в направлении обеспечения квазиреалистичности действий с данными объектами. Эти обновления оказались особенно значимыми для разработки интерактивных моделей учебного физического эксперимента. Появилась возможность реализации почти естественного способа управления элементами виртуальной экспериментальной установки, а также ходом эксперимента в целом. Благодаря технологии «drag&drop» мышь и клавиатура компьютера стали фактически выполнять функции «руки» экспериментатора. Интерактивный 3D-эксперимент с квазиреалистичным процессом управления экспериментом (*перемещение, поворот, вращение, нажатие, трение, изменение формы* и пр.) был обозначен как новый ориентир в проектировании объектов предметной виртуальной среды. Его преимущества как существенно более качественного в дидактическом отношении были бесспорны.

Важно отметить, что с некоторым отставанием идет процесс совершенствования компьютерной графики в представлении моделей физических опытов. Это связано прежде всего с высокими трудозатратами на выполнение такой работы. Низкий уровень компьютерной графики, та или иная степень несоответствия изображений объектов и их реальных аналогов негативно сказываются на процедуре переноса учащимися знаний и умений, приобретенных в одной учебной среде, на объекты другой среды (из реальной в виртуальную и наоборот). Нельзя отрицать, что реалистичность компьютерной модели может и должна иметь определенную степень ограничения. Тем не менее необходимо создавать в виртуальной среде легко «узнаваемые образы» реальных учебных объектов, используемых при проведении натуральных физических опытов. Важно отображать каждый такой объект с учетом его существенных внешних признаков и реализуемых в эксперименте функций. Сочетание реалистичной визуализации лабораторной установки с квазиреалистичными действиями экспериментатора создает некое подобие виртуальной реальности экспериментального исследования и значительно повышает дидактический эффект работы учащегося в виртуальной среде.

Очевидно, что с учетом современного уровня развития IT-инструментария и аппаратной техники элементы виртуальной реальности в учебных экспериментальных исследованиях достаточно скоро заменит собственно виртуальная реальность как таковая. Рано или поздно для учебного процесса в школе и вузе будут созданы в достаточном количестве 3D-модели интерактивных физических экспериментов. Реализованная в виртуальной среде 3D-модель физической лаборатории с реалистичной визуализацией лабораторного оборудования для проведения исследования и возможность совершения квазиреалистичных экспериментальных действий и операций – эффективное дополнительное средство формирования у учащихся знаний, умений и навыков в области методологии экспериментального исследования. Однако следует помнить, что виртуальная реальность наполнена объектами, которые не взаимодействуют с внешним миром.

Попытки разработки моделей нового поколения для учебного физического эксперимента уже предпринимаются [3, 4, 10]. Создание интерактивной лаборатории физического эксперимента, реализованной в технологии виртуальной реальности, с точки зрения затрат на программное и аппаратное обеспечение данного процесса и собственно производство продукта – деятельность весьма трудоемкая и дорогостоящая. Вместе с тем достаточно очевидно, что по мере развития технологий создания

объектов виртуальной среды и доступности этих технологий широкому кругу авторов-разработчиков эта проблема будет терять свою остроту.

В настоящее время благодаря появлению в открытом доступе бесплатных (хотя и с ограниченным функционалом) версий современного программного обеспечения уже стало возможным динамическое 3D-моделирование объектов виртуальной среды, а также создание учебных объектов с помощью технологий дополненной реальности и смешанной (гибридной) реальности (или, иначе, дополненной виртуальности). Так, например, в последнем из случаев интерактивные 2,5D-модели (с псевдотрехмерным эффектом) или собственно 3D-модели учебных объектов проецируются поверх реального рабочего стола. Иллюзия реалистичности в этом случае выполняемой учащимся виртуальной работы существенно возрастает.

Необходимость создания учебных моделей нового поколения, отличающихся высоким уровнем интерактивности и максимально реалистичным интерфейсом, определяет важность обсуждения методических аспектов их проектирования и разработки. Данное обсуждение необходимо строить исходя из назначения этих моделей в учебном процессе, а именно: 1) получение учащимися необходимой учебной информации об исследуемых в виртуальной среде физических объектах и процессах; 2) освоение элементов методологии экспериментального исследования (его этапов, действий и отдельных операций), закрепление методологических знаний и отработка умений, формирование необходимого уровня их обобщенности; 3) обеспечение адекватного переноса приобретенных знаний и умений при переходе от натуральных объектов естественной среды к модельным объектам виртуальной (и наоборот); 4) содействие формированию у учащихся представлений о роли компьютерного моделирования в научном познании и обобщенных умений в работе с компьютерными моделями.

Реализация модельного физического эксперимента в виртуальной учебной среде должна осуществляться с учетом современных образовательных технологий формирования у учащихся предметных и метапредметных знаний, конкретных и обобщенных умений (как предметного, так и метапредметного уровней обобщения), универсальных учебных действий, а также ИКТ-компетенций. Для достижения этой цели автор-разработчик или группа специалистов, участвующих в создании моделей физического эксперимента, должны обладать соответствующими методическими знаниями. Укажем области этих знаний:

- оборудование школьного кабинета физики;
- требования к лабораторному и демонстрационному физическому экспериментам;
- структура и содержание учебной деятельности, связанной с проведением физического эксперимента;
- методика формирования у учащихся экспериментальных умений и навыков;
- направления и способы применения средств ИКТ при проведении эксперимента;
- требования к разработке интерактивных учебных моделей физического эксперимента;
- методика формирования у учащихся обобщенных умений и навыков работы с компьютерными моделями;
- организация учебных экспериментальных исследований школьников в виртуальной среде на основе компьютерных моделей.

На первом этапе разработки необходимо выполнить предпроектное исследование объекта моделирования: изучить физические основы исследуемых в опыте явлений природы; рассмотреть содержание и методику постановки аналогичного натурального эксперимента (учебного, научного); уточнить

состав и особенности оборудования, приборов и материалов для его проведения; проанализировать модели-аналоги проектируемого физического опыта, созданные другими авторами (*при наличии*), выявить их достоинства и недостатки, а также возможные направления совершенствования. Важно определить в итоге состав экспериментальных умений, которые целесообразно формировать у учащихся на основе создаваемой модели.

Далее разрабатывается проект интерфейса рабочего окна модели, в составе которого определяются все статичные и интерактивные элементы, а также их функционал. Основу проектирования интерфейса составляют методические модели физического знания и учебной деятельности, которые представлены в педагогической науке обобщенными планами: физического явления (объекта, процесса), экспериментального исследования и выполнения его отдельных этапов, разработки учебной инструкции, работы с компьютерной моделью.

Собственно разработка модели учебного эксперимента осуществляется на основе избранных для каждого отдельного случая технологий представления и обработки информации, сред и языков программирования.

По окончании работы осуществляется тестирование модели и ее доработка. Важен этап апробации виртуальной модели в реальном учебном процессе с целью проверки ее дидактической эффективности.

Сформулируем наиболее общие принципы проектирования интерактивных учебных моделей физических опытов с применением технологии максимально реалистичного интерфейса [1, 9].

1. *Реалистичность визуализации экспериментальной установки (исследуемого объекта, технических устройств, приборов и инструментов).* Визуальный аналог натурной установки для проведения модельного эксперимента размещается на виртуальном лабораторном столе. В ряде особых случаев может быть создана реалистичная модель полевых условий проведения эксперимента. Степень детализации любой визуализации должна быть обоснована. Главными критериями в этом случае являются существенные для адекватного восприятия установки элементы ее внешнего образа и основные элементы функционала. Для получения реалистичного изображения целесообразно сделать фотоснимки экспериментальной установки и ее отдельных частей, снимки исследуемых в опыте объектов, а также инструментов и материалов, необходимых для проведения эксперимента. Особенности съемки определяются избранной технологией моделирования объектов в виртуальной среде (2D или 3D-моделирование). В ряде случаев может оказаться необходимой визуализация внутреннего устройства какого-либо прибора. Перед включением снимков в интерфейс модели, как правило, требуется их дополнительная обработка с помощью различных редакторов.

2. *Реалистичный моделинг функционала установки и исследуемого в опыте физического явления.* Выполнение этого требования связано с тщательным анализом хода натурального эксперимента, изучением функционала каждого элемента экспериментальной установки и анализом процесса протекания воспроизводимого на ней физического явления. Является необходимой разработка физических и математических моделей функциональных компонентов экспериментальной установки, а также исследуемых в эксперименте объектов и процессов.

3. *Квазиреалистичность действий учащегося с элементами экспериментальной установки и исследуемыми физическими объектами.* Модель физического эксперимента должна позволять учащимся в режиме реалистичных манипуляций с виртуальным оборудованием исследовать

физические явления и выявлять закономерности их протекания. На рис. 1 приведен пример такой модели («Рычаг. Равновесие сил на рычаге», 7 класс).



Рис. 1. Интерактивная модель «Равновесие сил на рычаге»
(проект студента Е.С. Тимофеева, ПГПУ, г. Пермь, выпуск 2016 г.) [9]

В рабочем поле данной модели представлен демонстрационный рычаг с подвесами и балансировочными гайками, а также набор из шести грузов по 100 г. Учащийся, применяя технологию «drag and drop», может: 1) уравновесить рычаг, раскручивая или закручивая балансировочные гайки посредством скользящих движений вдоль их торцов (вверх, вниз); 2) последовательно подвешивать грузы к подвесам; 3) перемещать подвесы с грузами так, чтобы рычаг пришел в равновесие; 4) снимать грузы с рычага и возвращать их в контейнер. В ходе опыта учащимся заполняется представленная на доске таблица «Равновесие сил на рычаге» (см. рис. 1). Отметим, что модель воспроизводит реалистичное поведение рычага при нарушении равновесия. Рычаг в каждом таком случае движется с нарастающей скоростью.

На рис. 2 представлена еще одна учебная модель («Электризация тел», 8 класс). При работе с данной моделью учащийся на основе технологии «drag&drop» может выполнять те же экспериментальные действия, что и на натурной установке. В рабочем поле модели можно выбрать любую из электризуемых палочек (эбонитовую, стеклянную, из органического стекла или сургуча, латунную), наэлектризовать ее трением об один из лежащих на столе материалов (о мех, резину, бумагу или шелк). Степень электризации палочки за счет продолжительности трения может быть различной. При поднесении палочки к кондуктору электрометра его стрелка отклоняется (электризация влиянием). Величина отклонения стрелки зависит от степени электризации палочки и расстояния до электрометра.

Возможна зарядка электрометра прикосновением палочки. При последующем поднесении этой же наэлектризованной палочки к заряженному от нее электрометру отклонение стрелки уве-

личивается. При поднесении к этому электрометру палочки с зарядом другого знака отклонение стрелки уменьшается.

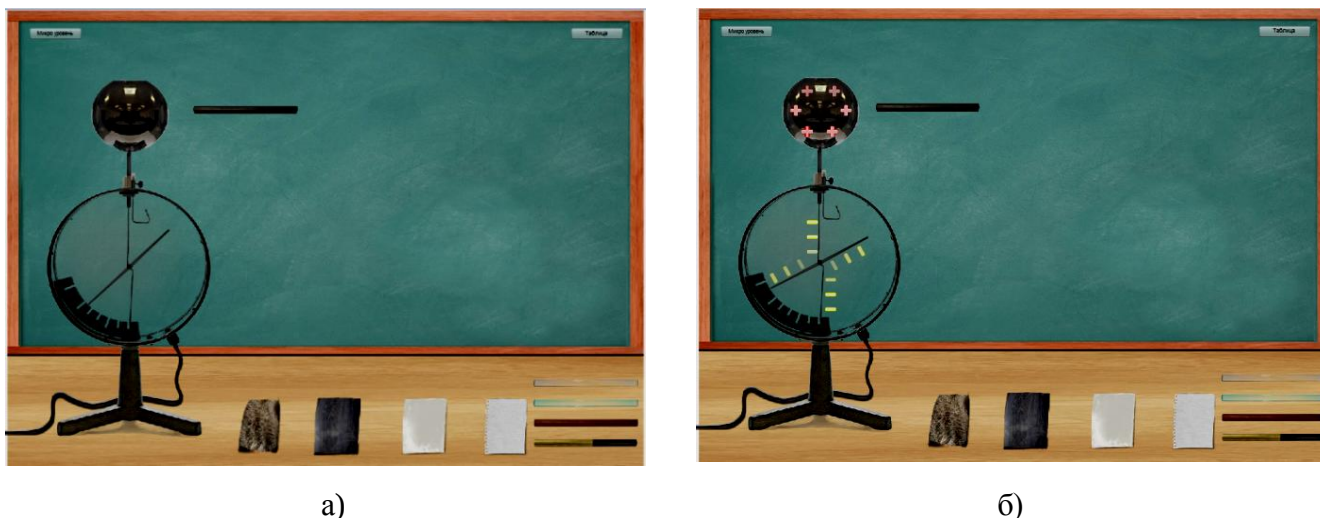


Рис. 2. Модель «Электризация тел». Установка для модельного эксперимента:

а) «макроуровень» демонстрации; б) «микроуровень» демонстрации
(проект студента А.А Васильченко, ПГГПУ, г. Пермь, выпуск 2013 г.) [2, с. 46]

С помощью данной модели можно продемонстрировать способ зарядки электрометра прикосновением «виртуальной руки». Для этого рядом с кондуктором размещается наэлектризованная палочка, которая убирается после касания «рукой» кондуктора электрометра. Возможно последующее определение знака заряда этого электрометра при помощи электризации через влияние.

Интерактивная модель демонстрационного эксперимента по электризации тел (влиянием, прикосновением) позволяет в режиме реалистичных манипуляций с виртуальным оборудованием исследовать взаимодействие наэлектризованных тел и сделать вывод о существовании зарядов двоякого рода (т.е. о «стеклянном» и «смоляном» электричестве или, как стали говорить позднее, о положительных и отрицательных электрических зарядах).

4. *Визуализация механизма протекания явления.* Реализация этого принципа осуществляется в случае возникновения необходимости пояснить учащимся основы теории изучаемого явления. Как правило, это виртуальные идеализации. Важно прокомментировать в справке к модели условия такой идеализации. В частности, в упомянутой выше модели по электризации тел реализован запуск «микроуровня» демонстрации (рис. 2б). При запуске данного уровня отображается знак заряда отдельных элементов электрометра и условная величина этого заряда (за счет большего или меньшего числа знаков «+» и «-» на каждом из элементов электрометра). Работа в режиме «микроуровень» направлена на оказание помощи учащемуся в объяснении наблюдаемых эффектов по электризации тел на основе представлений о строении вещества.

5. *Обеспечение высокого уровня интерактивности модели.* Возможные уровни интерактивности учебных моделей описаны в работе [7, с. 360 – 371]. При разработке моделей физического эксперимента с максимально реалистичным интерфейсом целесообразно ориентироваться на высокие уровни интерактивности (третий, четвертый), обеспечивающие достаточную степень свободы деятельности обучаемых. Модель должна допускать как простые сценарные решения (работа по инструкции), так и самостоятельное планирование учащимися цели

и хода эксперимента. Самостоятельность деятельности обеспечивается произвольным выбором объектов и условий исследования в предложенном диапазоне, а также разнообразием действий с элементами модели. Чем шире эти диапазоны, тем более непредсказуемыми становятся для учащихся и сам процесс исследования и его результат [6, 8].

6. *Реализация моделей учебной деятельности.* Структура деятельности наблюдения и экспериментального исследования представлена в методической науке обобщенными планами [7, с. 642 – 655]. Все элементы интерфейса реалистичной модели физического эксперимента и их функционал должны быть разработаны с учетом данных планов. Это обобщенные планы выполнения физического эксперимента и отдельных действий в его составе (*выбор оборудования, планирование эксперимента, измерение, оформление таблиц различных видов, построение и анализ графиков функциональной зависимости, формулировка вывода*), а также обобщенные планы изучения физических явлений и технических объектов. Такой подход к разработке модели позволит учащимся полноценно и методологически грамотно работать с виртуальной экспериментальной установкой. Работа с моделью в этом случае будет способствовать формированию у учащихся обобщенных умений в проведении физических опытов.

Интерактивные модели, выполненные в технологии максимально реалистичного интерфейса, предназначены, как правило, для проведения учащимися полноценных лабораторных работ. Квазиреалистичность модели и соответствие ее функционала содержанию и структуре экспериментального исследования обеспечивают в итоге достаточно легкий перенос приобретенных учащимися в виртуальной среде знаний и умений в реальную лабораторную среду. Это обеспечивается тем, что в ходе виртуального эксперимента в среде визуально и функционально близкой к реальной школьники осуществляют привычные им действия: знакомятся с учебным оборудованием, в ряде случаев осуществляют его выбор и сборку экспериментальной установки (полную или частичную), выполняют эксперимент (оказывают необходимые «воздействия» на исследуемый объект, снимают показания с приборов, заполняют таблицы данных и проводят расчеты), а по завершении эксперимента формулируют выводы. Практика показала, что аналогичную работу с теми же самыми приборами учащиеся впоследствии вполне успешно выполняют в школьной лаборатории.

7. *Проектирование и разработка модели с учетом обобщенного плана работы учащихся с компьютерной моделью.* Обобщенный план работы с компьютерной моделью представлен работах [6, 8]. С одной стороны, такой план определяет ключевые действия пользователя с любой моделью при ее исследовании, с другой – содержание представленных в нем этапов работы показывает разработчику модели, какие элементы интерфейса должны быть созданы для обеспечения высокого уровня ее интерактивности и требуемой дидактической эффективности.

Учебная работа с интерактивными моделями, разработанными на основе данного принципа, обеспечивает формирование у учащихся соответствующих обобщенных умений, позволяет им в полной мере оценить объясняющую и предсказательную силу моделирования как метода познания.

Отметим, что данный обобщенный план целесообразно применять при разработке инструкций к виртуальным лабораторным работам. Процедура подготовки учебной инструкции на основе такого плана приведена в работе [7, с 371 – 372].

8. *Модульный принцип формирования учебных материалов для организации самостоятель-*

ной работы учащихся компьютерными моделями. Интерактивную модель физического эксперимента целесообразно включать в состав учебного модуля, определяющего относительно завершённый цикл обучения (рис. 3) (предъявление учебного материала в виде кратких теоретических и исторических сведений (рис. 4); отработка знаний и умений учащихся на основе модели, предъявление в случае затруднений образцов деятельности или указаний на допущенные в ходе работы ошибки (рис. 1); самоконтроль результатов освоения учебного материала с помощью интерактивного теста (рис. 5).



Рис. 3. Интерактивный учебный модуль «Равновесие сил на рычаге»: титул и оглавление (проект студента Е.С. Тимофеева, ПГГПУ, г. Пермь)

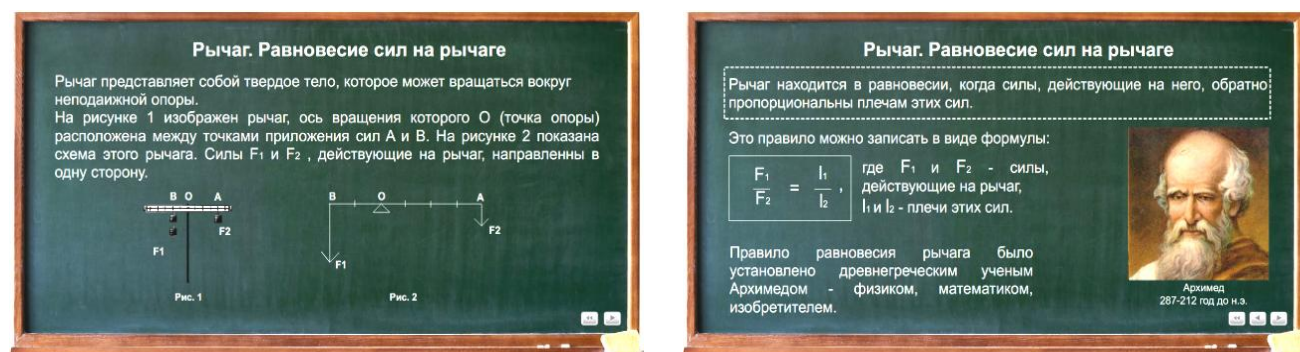


Рис. 4. Интерактивный учебный модуль «Равновесие сил на рычаге»: теоретические сведения (проект студента Е.С. Тимофеева, ПГГПУ, г. Пермь)



Рис. 5. Интерактивный учебный модуль «Равновесие сил на рычаге»: тест для самоконтроля (проект студента Е.С. Тимофеева, ПГГПУ, г. Пермь)

Интерактивная модель является основной частью модуля, другие его части носят сопутствующий характер.

В ходе выполнения виртуального эксперимента осуществляется текущий контроль результатов работы учащихся. Неверные действия «экспериментатора» должны вызывать реалистичную «реакцию» исследуемого физического объекта или лабораторной установки. В ряде случаев эта реакция может быть заменена всплывающим текстовым сообщением, а также аудио- или видеосигналами. Целесообразно обращать внимание учащихся на ошибки, допущенные в расчетах и при заполнении таблиц данных эксперимента. Возможен подсчет совершенных ошибочных действий и предъявление комментария обучаемого в конце работы по ее результатам.

В рамках модуля должна быть организована удобная навигация, обеспечивающая оперативный переход пользователя к его различным составляющим.

Указанные выше принципы проектирования интерактивных учебных моделей физического эксперимента являются основными. Не исключено, что по мере развития технологий создания объектов виртуальной среды и способов управления данными объектами состав и содержание данных принципов могут быть уточнены.

Следование сформулированным выше принципам обеспечивает создание интерактивных учебных моделей высокой дидактической эффективности. Модели физического эксперимента, реализованные в технологии максимально реалистичного интерфейса, выполняют фактически функцию симуляторов. Такие симуляции весьма трудоемки в создании, но эти затраты вполне обоснованны, поскольку в итоге учащимся предоставляется широкое поле дополнительной экспериментальной практики, не требующей специального материально-технического и организационно-методического сопровождения. Реалистичность визуализации и функционала экспериментальной установки, квазиреалистичность действий обучаемых с ее элементами способствуют формированию у них адекватных представлений о реальной практике эмпирического исследования. При проектировании таких моделей реализуются в известной мере технологии управления учебной работой учащихся (системный подход к представлению учебной информации и организации учебной деятельности, поддержка самостоятельной работы на уровне оповещения об ошибочных действиях или предъявления (при необходимости) учебной инструкции, создание условий для систематического самоконтроля и наличие итогового контроля уровня усвоения учебного материала).

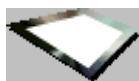
Важно отметить, что интерактивные модели физического эксперимента не предназначены для замены его натурной версии. Это лишь еще одно дидактическое средство, призванное дополнить систему средств и технологий формирования у учащихся опыта экспериментального изучения явлений природы.



Список литературы

1. Антонова Д.А. Организация проектной деятельности студентов по разработке интерактивных учебных моделей по физике для средней школы // Преподавание естественных наук, математики и информатики в вузе и школе: сб. материалов X междунар. науч.-практ. конф. (31 октября – 1 ноября 2017 г.). – Томск: ТГПУ: 2017. – с. 77 – 82.

2. Антонова Д.А., Оспенникова Е.В. Организация самостоятельной работы студентов педагогического вуза в условиях применения технологии продуктивного обучения // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 10. – С. 43 – 52.
3. Баяндин Д.В. Виртуальная среда обучения: состав и функции // Высшее образование в России. – 2011. – № 7. – с. 113 – 118.
4. Баяндин Д.В., Мухин О.И. Модельный практикум и интерактивный задачник по физике на основе системы STRATUM – 2000 // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2002. – № 3. – С. 28 – 37.
5. Оспенников Н.А., Оспенникова Е.В. Виды компьютерных моделей и направления использования в обучении физике // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2010. – № 4. – С. 118 – 124.
6. Оспенников Н.А., Оспенникова Е.В. Формирование у учащихся обобщенных подходов к работе с моделями // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2009. – № 12– с. 206 – 214.
7. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2011. – 655 с.
8. Оспенникова Е.В. Методологическая функция виртуального лабораторного эксперимента // Информатика и образование. – 2002. – № 11. – С. 83.
9. Оспенникова Е.В., Оспенников А.А. Разработка компьютерных моделей по физике с применением технологии максимально реалистичного интерфейса // Физика в системе современного образования (ФССО – 2017): материалы XIV междунар. конф. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. – с. 434 – 437.
10. Скворцов А.И., Фишман А.И., Генденштейн Л.Э. Мультимедийный учебник по физике для старшей школы // Физика в системе современного образования (ФССО – 15): материалы XIII междунар. конф. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ГУ, 2015. – С. 159 – 160.



УДК 53 (07)

ББК.В3р

Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников, Д.М. Капись

ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Обсуждается проблема применения игровых технологий обучения школьников решению физических задач. Рассматриваются возможности виртуальной среды для организации игровой учебной деятельности. Дан анализ представленных в открытом доступе отечественных и зарубежных игровых ресурсов по физике. Обоснована необходимость пополнения современной базы ресурсов этого вида, в том числе раздела компьютерных игр для учебных занятий по решению физических задач. Представлена разработанная авторами статьи дидактическая игра «Гольф». Игровая модель ресурса реализована в режиме 3D-симуляции в среде Unity. Содержание учебных заданий, динамический игровой видеоряд, интерактивный характер взаимодействия участников с игровыми объектами и соревновательный эффект игры направлены на закрепление и развитие ранее приобретенных учащимися знаний, умений и навыков в решении физических задач по теме «Кинематика».

К л ю ч е в ы е с л о в а : обучение физике, решение физических задач, игровые технологии обучения, виртуальная игровая среда, разработка цифровых игровых учебных ресурсов по физике.

Решение задач является одним из важных способов овладения учащимися научным знанием и формирования у них познавательных умений. Этот вид деятельности способствует развитию мышления и творческих способностей обучаемых, оказывает влияние на становление у них интереса к изучению физики.

К настоящему времени накоплена весьма обширная система научно-методических знаний и эффективных педагогических практик обучения учащихся решению задач по физике. Это служит достаточным основанием для осмысления и переноса накопленного педагогического опыта в новую информационно-образовательную среду, насыщенную виртуальными учебными объектами и компьютерными технологиями обучения.

Реализация продуктивных технологий обучения учащихся решению физических задач средствами виртуальной информационной среды – насущная проблема современной методической науки и педагогической практики. Работы, посвященные поиску путей решения этой проблемы, уже представлены в педагогической печати (Д.В.Баяндин, М.Д. Даммер, В.А. Извозчиков, А.С. Кондратьев, В.В. Лаптев, А.А. Оспенников, Е.В. Оспенникова, В.Г. Петросян, Л.В. Петросян,

И.Р. Перепеча, С.Е. Попов, Л.А. Прояненко, А.В. Смирнов, М.И. Старовиков, Д.Э. Темнов, А.О. Чефранова и др.). Набирает темп процесс накопления цифровых ресурсов, предназначенных для поддержки учебного процесса по решению физических задач. Это ресурсы на CD и ресурсы глобальной сети.

Цифровые пособия на CD для средней школы, распространяемые на отечественном рынке, содержат большое количество учебных задач. Практика разработки таких ресурсов насчитывает более двух десятилетий. В последние годы меняется в лучшую сторону качество этих ресурсов. Обновился видовой состав задач, в частности, увеличилось число задач разного уровня сложности (задач-упражнений, типовых, нестандартных), уделяется больше внимания контекстным физическим задачам и задачам-проектам для учебного исследования. Растет разнообразие медиаформатов представления задачных ситуаций. Задействован широкий спектр виртуальных объектов (рисунков видеороликов, анимации, моделей, тренажеров и пр.), которые могут применяться не только для предъявления учащимся задачных ситуаций, но и для поддержки процесса решения задачи, а также для проверки полученного результата. Совершенствуются компьютерные технологии формирования у учащихся умений и навыков в решении задач: возросло разнообразие интерактивных упражнений для отработки отдельных операций, необходимых для решения задач различных видов; разработаны оригинальные тренажеры для освоения основных действий, из которых складывается решение физической задачи; обновлена и расширена справочная система, в которой приведены образцы решений задач различной сложности; появились интерактивные учебные тесты, предназначенные для самоконтроля учащимися уровня сформированности их умений и навыков в решении задач.

Кроме ресурсов на CD создана и развивается интернет-база цифровых материалов по решению задач. Существует целая сеть образовательных порталов и сайтов (федеральных, региональных, краевых и персональных), на которых представлены: сборники задач различных видов, цифровые решебники и справочники, инструментальные программы для решения задач, тренажеры и тесты, видеоуроки решения задач по различным учебным темам, дистанционные школы (курсы) для подготовке учащихся к ЕГЭ, практикумы для абитуриентов, материалы к олимпиадам по физике, материалы для учителей физики по методике обучения учащихся решению задач и др. Достаточно развитая цифровая ресурсная база создает все необходимые условия для существенного обновления практики организации учебного процесса по решению физических задач с целью повышения его эффективности.

Назначение и роль задачи в обучении определяется ее сущностью как педагогического средства. В соответствии с концепцией А.Н. Леонтьева задача рассматривается как компонент деятельности субъекта (относительно самостоятельное образование в структуре этой деятельности): «... цель действия, заданная в определенных условиях» [7]. В более полной трактовке суть данного понятия определяется следующим образом: *«Задача есть результат отражения в сознании субъекта ситуации жизнедеятельности, требующей от него умственных и практических действий, направленных на ее преобразование с учетом актуальных для субъекта целей и объективно заданных (внутренних, внешних) условий этого преобразования»* [8, с. 481]. Отметим, что задачная ситуация может фиксироваться не только в индивидуальном, но и в общественном сознании. Объективированная человеком и представленная на вспомогательном носителе задача становится достоянием общества и может быть как актуальной, так и неактуальной для социума.

Учебная физическая задача — это задача, для решения которой используются знания основ физической науки и применяются соответствующие данной науке методы познания. Учебный характер задачи определяется ориентацией ее содержания и методов решения на овладение учащимися системой предметных и метапредметных знаний, умений и навыков (ЗУН), а также развитие системы психологических свойств (в частности, способов умственных действий — СУД) и качеств личности обучаемого [8].

Ниже приведены образовательные функции учебной задачи:

- обучающие:

- усвоение знаний (о фактах, понятиях, законах, теориях, способах деятельности);
- совершенствование качества знаний (глубины, прочности, системности и пр.);
- осмысление междисциплинарных связей различных областей науки и практики;
- освоение методов естественнонаучного познания;
- формирование познавательных и практических умений;

- развивающие:

- совершенствование всей системы познавательных процессов (внимания, восприятия, представления, воображения, мышления, памяти, речи);
- формирование готовности к творческой деятельности;

- воспитательные:

- формирование научного мировоззрения и естественнонаучного стиля мышления;
- становление социально ценных мотивов учения (в частности познавательного интереса);
- формирование самостоятельности личности в учении;
- воспитание волевых и нравственных качеств личности;
- содействие становлению общей культуры обучаемого и его готовности к применению знаний в решении различных задач жизнедеятельности.

Одним из важных условий реализации широких образовательных возможностей, заложенных в деятельность по решению задач, является их необходимое и достаточное разнообразие. Классификации учебных задач приведены в работах [8, 10]. В основе построения данных классификаций лежат представления о разнообразии видов учебной деятельности, включая деятельность учащихся в виртуальной образовательной среде. Авторы выделяют более 15 оснований классификации. По содержанию деятельности различают: *научные задачи* (для решения совместно с учителем, научным консультантом: концепция В.В. Майера); *учебные задачи* и *игровые учебные задачи*.

В рамках настоящей статьи рассматриваются вопросы разработки и применения игровых ситуаций в решении физических задач.

Игровые задачи являются достаточно эффективным средством обучения. Разработка игр (*выдвижение идеи, подготовка сценария, производство игровых объектов*) на материале учебных задач достаточно очевидная и весьма результативная методическая деятельность, поскольку практически любая игровая ситуация связана с решением человеком тех или иных задач.

Игра — это разрешение какой-либо ситуации жизнедеятельности человека в условно измененной среде. О содержании вносимых изменений человек договаривается с участниками игры или сам с собой. Изменения носят как идеальный, так и материальный характер. Материальные изменения связываются с использованием специальных игровых объектов. Законы взаимодействия ин-

дива с игровыми объектами независимо от среды (природа, «вторая» природа, книга, аудио- и видео, виртуальная среда), к которой они принадлежат, носят общий характер.

Игровая деятельность обязательно имеет в качестве своего результата ярко выраженный комплексный образовательный эффект: *обучение, развитие и воспитание*. Приобретение в игре нового опыта (обучение) – важная ее цель, но, кроме этого, игра является значимым средством удовлетворения потребностей эмоционально-чувственной сферы человека, его потребностей в самоутверждении, самореализации, коммуникации. Игровая деятельность способствует развитию волевого начала личности человека, его интеллектуальных и физических способностей и т.п. Наличие второй (личностной) составляющей игровой деятельности делает обучение в игре произвольным, эмоционально комфортным и весьма результативным (хотя эффект достигается, как правило, в достаточно узкой области социальной практики).

В отечественной психологии и педагогике основы теории игры разрабатывались К.Д. Ушинским, П.П. Блонским, Г.В. Плехановым, С.Л. Рубинштейном, Л.С. Выготским, А.Н. Леонтьевым, Д.Б. Элькониным, А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинским, П.И. Пидкасистым, М.М. Бахтиным, Л.С. Славиной, Ю.П. Азаровым, С.А. Шмаковым, Е.И. Добринской, Э.В. Соколовым, М.Г. Ермолаевой и др. Использование игровых ситуаций при организации учебной и внеклассной работы по физике тоже имеет давнюю историю. Наиболее активно это направление развивалось с начала 70-х гг. прошлого столетия (Г.В. Довга, Л.А. Ларченкова, А.П. Тряпицина и др.). Обобщение накопленного опыта имело место в диссертационном исследовании И.Я. Ланиной и ее многочисленных публикациях [3, 4, 5, 6]. Автор показала, что возможности организации игровой деятельности на базе разнообразных задачных ситуаций по физике (как качественного, так и количественного характера) просто необозримы. Вместе с тем игровые технологии в организации аудиторных и домашних занятий по решению задач используются в учебном процессе по физике не так часто, как хотелось бы. Еще реже эти технологии задействуются при разработке цифровых образовательных ресурсов по физике.

Разработка игровых компьютерных технологий обучения учащихся решению физических задач является актуальным направлением развития предметной виртуальной среды. Однако анализ отечественного опыта создания цифровых игровых ресурсов учебного назначения показал, что мы существенно отстаем от зарубежной школы как по количеству, так и по качеству их производства. Накопленный российской методической школой опыт создания игровых задачных ситуаций пока еще не перенесен в виртуальную предметную среду и не преобразован в ней в той мере, в которой это может быть сделано благодаря ее уникальным свойствам.

Учебные игры в соответствии с методикой игрового поведения могут быть разделены на три группы: 1) *процессуально-имитационные* (сюжетные, ролевые, деловые); 2) *объектные* (с использованием игровых объектов, включая объекты и технологии игровой виртуальной среды); 3) *смешанного типа*. Приведем примеры игровых учебных ресурсов по физике и инструментов для их разработки, представленных в открытом доступе.

Отечественные цифровые ресурсы для организации игровой деятельности учащихся достаточно просты как технологически, так и концептуально. Их авторами являются, как правило, учителя-предметники, реже коллективы преподавателей высшей школы.

Исторически первым и самым доступным для массовой реализации способом применения цифровых игровых технологий в обучении является проведение уроков, организованных по прин-

ципу интеллектуального соревнования (рис. 1). Как правило, такие уроки проводятся на основе сценарных идей популярных развлекательно-образовательных программ («Своя игра», «Блеф-клуб», «Сто к одному» и т.п.). Это игры первого вида – *процессуально-имитационные*. Такие игры обычно организуются на учебном занятии с большой группой учащихся. Предъявление игровых ситуаций и управление игровым поведением детей осуществляется на основе заранее подготовленных учителем презентаций (MS PowerPoint или Flash). Это могут быть насыщенные мультимедиа презентации, включающие не только тексты и статичные иллюстрации, но и видеоролики, анимацию, компьютерные модели объектов и процессов. Задача игроков по результатам выполнения комплекса заданий набрать максимальное число баллов. Если такая игра направлена на обучение учащихся решению физических задач (качественных и количественных), то основная часть игровых заданий связана с необходимостью их решения.

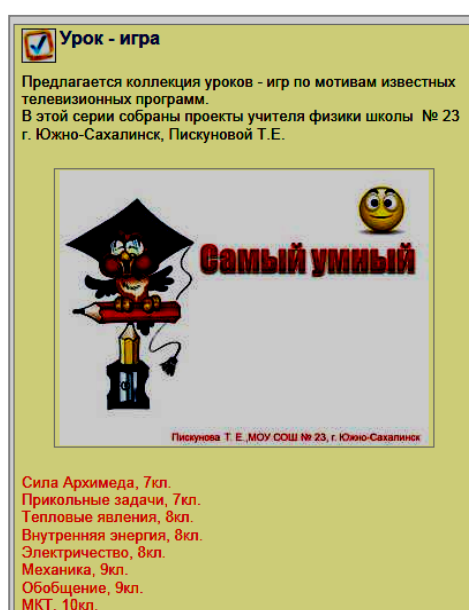


Рис. 1. Коллекция презентаций к игровым занятиям по физике (учитель физики Т.Е. Пискунова; источник – http://www.seninv07.narod.ru/004_fiz_igra.htm)

Ко второй видовой группе игр – *объектным играм* (*предметным* по Г.К. Селевко) – можно отнести такие классические дидактические развлечения, как физическое лото, физическое домино, кроссворды и ребусы по физике (рис. 2) физический гусек (рис. 3), и др.



Рис. 2. Ребусы по физике (учитель физики Т.Е. Пискунова; источник – http://www.seninv07.narod.ru/004_fiz_igra.htm)

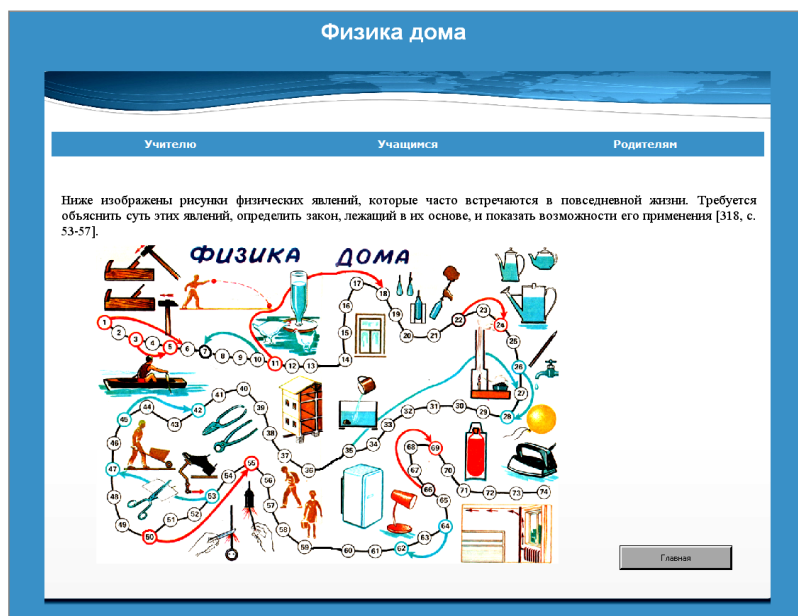


Рис. 3. Физический гусек «Физика дома». Программная реализация в среде Macromedia Flash (ПГГПУ, г. Пермь) [1, с. 69]

Разработка таких игр осуществляется не только учителями, но и учащимися. С этой целью используются свободно распространяемые программные приложения, например CrosswordCreator (<http://crosswordcreator.homacosoft.com/>) (рис. 4). Нередко созданием подобных приложений занимаются учителя-предметники (рис. 5).

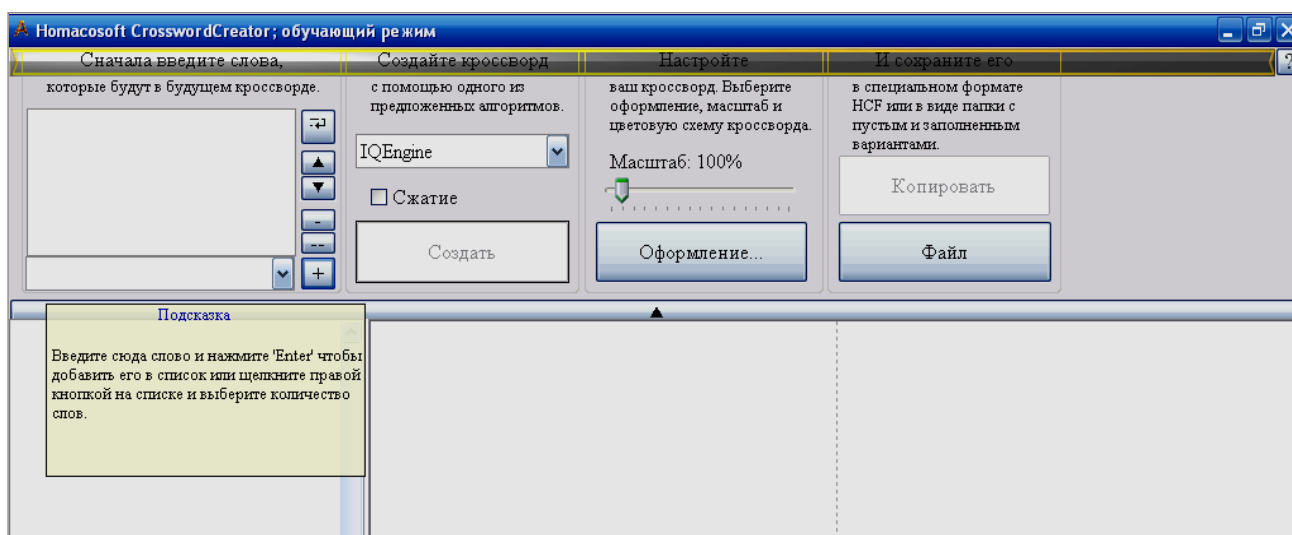


Рис. 4. Программа CrosswordCreator для создания кроссвордов (источник – <http://crosswordcreator.homacosoft.com/>)

В настоящее время весьма популярными среди учителей и учащихся являются веб-квесты по физике (рис. 6). Предметной основой их содержания являются преимущественно учебные задачи. Решая задачи, учащиеся путешествуют по сети и попадают в итоге на финишную веб-страницу, на которой их ждет тот или иной приз.

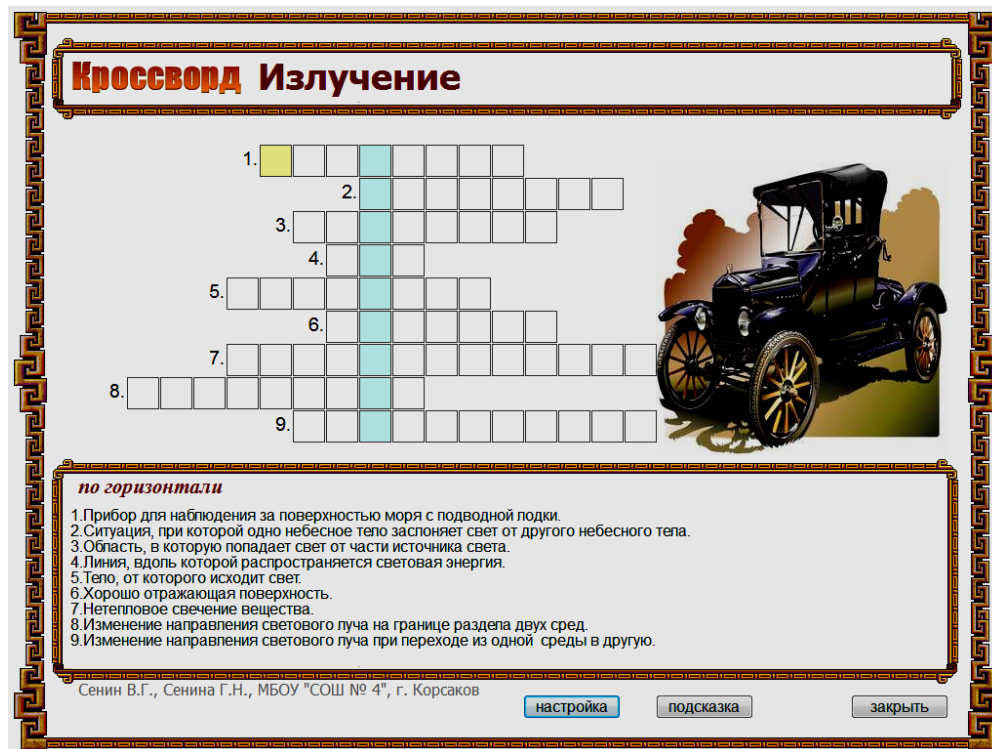


Рис. 5. Приложение для составления кроссвордов (авторы В.Г.Сенин, Г.Н. Сенина; источник – http://www.seninv07.narod.ru/000_main_kross.htm)

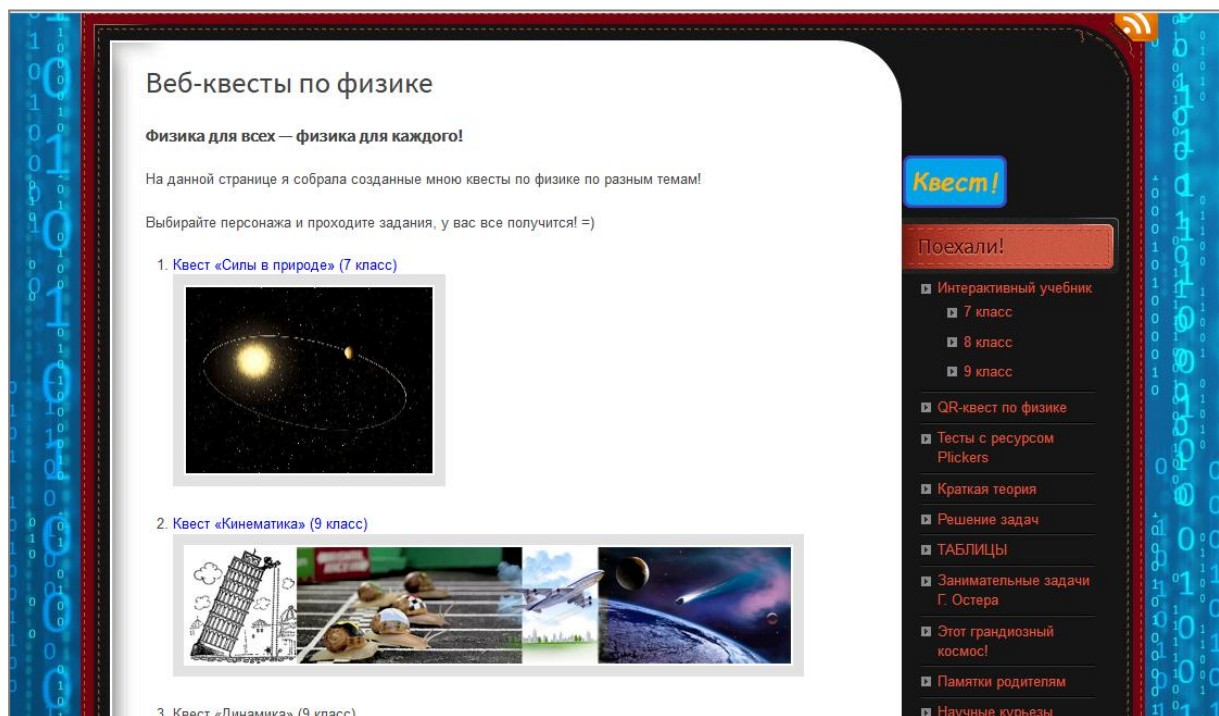


Рис. 6. Веб-квесты по физике (учитель физики Н.С. Менгали; источник – <https://quest301.jimdo.com/>)

Игровые модели квестов различны. Например, на авторском сайте «Интерактивная физика», созданном учителем физики Д. Блиновым, представлен весьма оригинальный квест «По страницам старого учебника» (рис. 7). Игроки проходят несколько уровней, на каждом из которых выполняют различные задания, связанные с восстановлением «испорченных» фрагментов страниц школьного учебника. К таким фрагментам относятся тексты, рисунки, таблицы и пр. При выполнении заданий учащимся приходится решать различные задачи, как качественные, так и количественные. Особенностью выполнения таких заданий является внимательное изучение содержания соответствующих фрагментов учебного текста.



Рис. 7. Квест-игра «По страницам старого учебника» (учитель физики Д. Блинов; источник – <http://www.interfizika.narod.ru/games.html>)

Коллективный игровой продукт «Обучающие игры» для учащихся средней школы представлен на информационно-образовательном портале MetalSpace.ru (рис. 8). Это игра-соревнование. В начале игры учащимся предлагается анимационная заставка с описанием игровой ситуации, например: «Помогите Маше найти друзей», далее учащимся предлагается тест. Чем больше пра-

вильных ответов даст учащийся при выполнении теста, тем многочисленнее будет у игрового персонажа Маши компания друзей. Следует отметить, что игровой сценарий данного ресурса весьма прост, а контекст игровых ситуаций не вполне соответствует возрасту учащихся, для которых предназначены включенные в данный игровой ресурс тестовые задания (10-й класс).

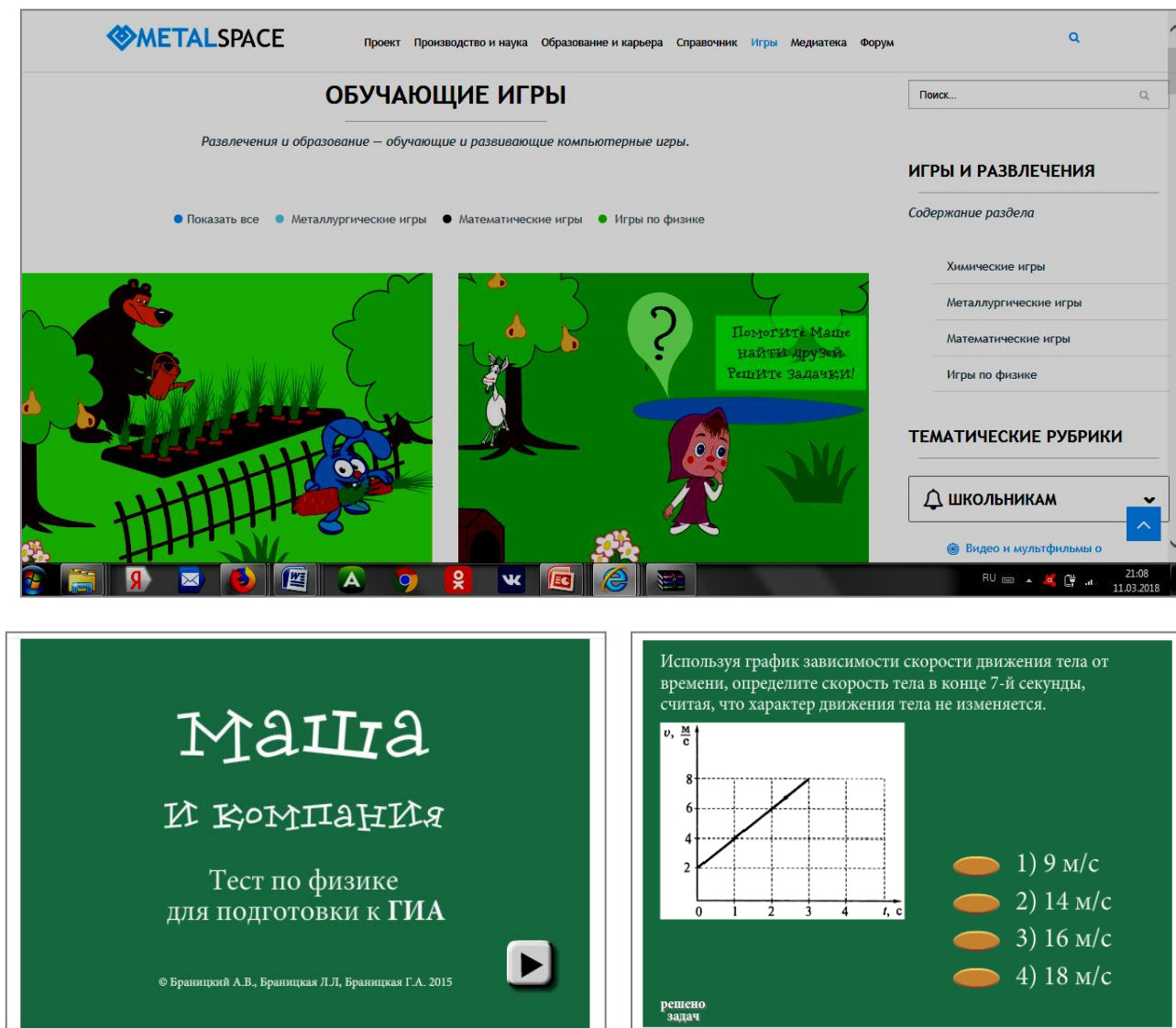


Рис. 8. Обучающая игра «Помогите Маше найти друзей» (учебная тема «Кинематика» 9-й класс; источник – <http://metalspace.ru/games/physicsgames/1155-physics-mashako-talent.html>)

В зарубежной практике при разработке учебных игр наряду с традиционными реализуются и новые подходы к проектированию моделей игрового поведения. Анализ открытых учебных ресурсов и ряда демоверсий платных игровых продуктов показал, что за рубежом обучающие игры создаются, как правило, коллективами профессиональных программистов на достаточно совершенных игровых платформах. Таких игровых ресурсов немало и они активно применяются в обучении. Кроме того, разработаны и используются специальные онлайн-сервисы (например, BrainFlips, ProProfs, Classtools.net, PurposeGames, StudyStack, LearningApps и др.), с помощью которых педагогами и учащимися осуществляется самостоятельная разработка учебных игр.

Приведем примеры зарубежной практики создания обучающих игр по физике.

Snapshots of the Universe (<https://itunes.apple.com/app/stephen-hawkins-snaps-hotspots/id714306520>) – приложение для iOS, выпущенное Стивеном Хокингом совместно с компанией Random House. Приложение включает 8 экспериментов, выполнение которых позволяет учащимся закрепить базовые знания по физике и познакомиться с принципами существования и развития нашей Вселенной (рис. 9). При выполнении экспериментов учащиеся могут отправлять ракеты в открытый космос, собирать собственные звездные системы, находить и изучать черные дыры. Эксперименты, представленные в приложении, можно проводить многократно. Каждый очередной эксперимент может быть выполнен при измененных параметрах исследуемой системы. Учащиеся наблюдают за физическими эффектами, соответствующими новым условиям проведения эксперимента. В приложении предусмотрен раздел, включающий объяснение результатов каждого эксперимента. Имеется возможность просмотра учебных видеороликов, сопровождающих объяснение. Игровые сценарии работы учащихся с данным приложением проектируются учителем.

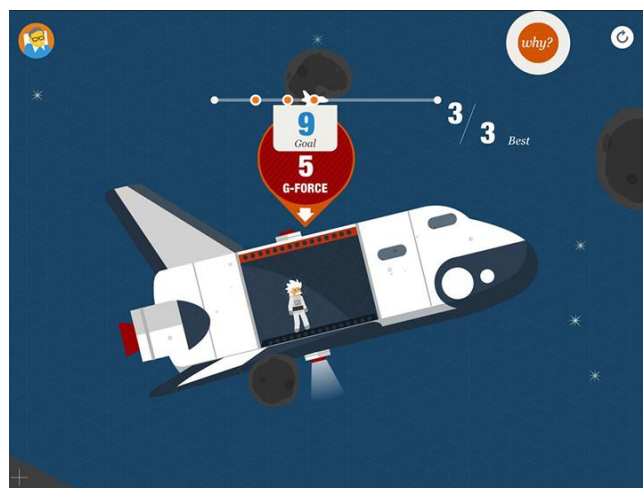


Рис. 9. Обучающая игра «Snapshots of the Universe» [9]

Crayon Physics Deluxe (PC, Mac и Linux, Android и iOS) – пазл по основам механики (движение, упругое взаимодействие, гравитация, трение). На игровом поле создаются различные физические ситуации, в которых главным игровым объектом является шарик (рис. 10). Учащийся с помощью этого шарика должен собирать звезды, расположенные в разных местах игрового поля. Для решения этой задачи необходимо создать условия, при которых шарик начнет двигаться по направлению к звезде и в итоге попадет в нее. С этой целью игрок воздействует на шарик другими объектами, которые он должен достаточно оперативно нарисовать прямо на дисплее компьютера и разместить на пути движения шарика. Это могут быть другие шары (большого или меньшего размера), тела любой другой формы, скаты, переправы, рычаги, маятники и пр. В некоторой степени работа с объектами игрового поля напоминает создание элементов машины Руба Голдберга.

Движение и взаимодействие всех нарисованных объектов и самого шарика подчиняется законам механики. Решая подобные задачи, учащиеся на опыте изучают особенности механи-

ческого движения и взаимодействия тел, а также следствия данных взаимодействий. В данной игре несколько уровней. Последовательно предъявляемые на каждом новом уровне задачные ситуации являются по сути физическими головоломками, сложность которых от уровня к уровню растет.



Рис. 10. Crayon Physics Deluxe (источник – <http://www.crayonphysics.com/>)

Algodoo (<http://www.algodoo.com/>) – платформа 2D-моделирования физических экспериментов от Algorix Simulation AB. С помощью простых графических образов и интерактивных инструментов можно в рабочем поле игры создавать различные технические конструкции, а также разрабатывать эксперименты для лабораторных занятий по физике (рис.11). При проектировании технических объектов игроки могут использовать различные материалы, приборы и принадлежности (жидкости, пружины, шарниры, двигатели, различные индикаторы, оптические инструменты и пр.). Создавая различные конструкции и исследуя их работу при различных па-

раметрах, игроки изучают физические явления (гравитационное притяжение, трение, преломление света и т.д.). Объекты, созданные в среде Algodoo, и сам процесс их создания являются предметной основой для моделирования учителем различных игровых ситуаций.

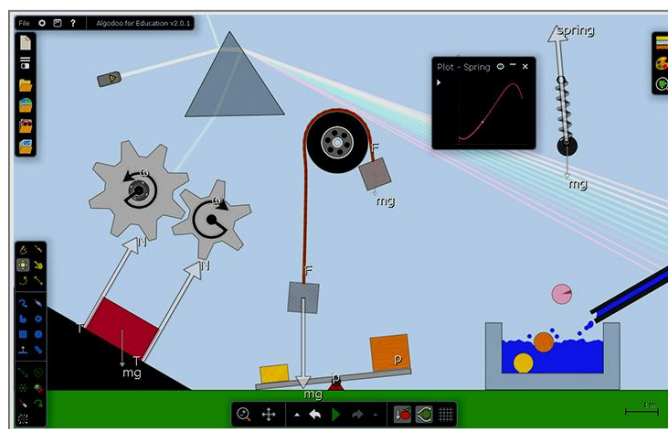


Рис. 11. Платформа Algodoo для 2D-моделирования физических экспериментов (Algodoo for Education 12.0.1) [2]

LearningApps – приложение Web 2.0 для поддержки образовательного процесса в учебных заведениях разных типов. В приложении представлены готовые игровые упражнения (рис. 12, 13) и шаблоны (более 20) для создания новых упражнений (рис.14). Имеются инструменты для организации коммуникаций игроков и управления их игровым поведением (календарь, голосование, чат, доска объявлений, блокнот).

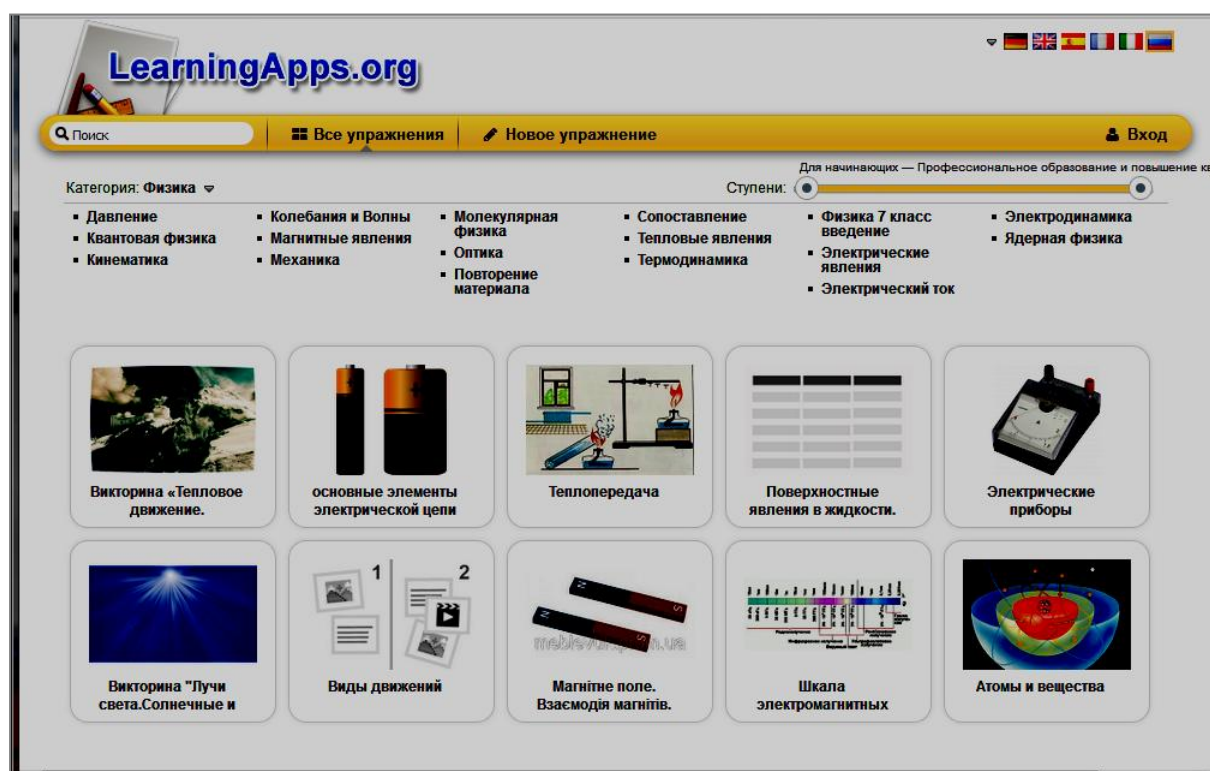


Рис. 12. Страница готовых игровых упражнений по физике в приложении LearningApps (источник – <https://learningapps.org/index.php?category=7&s=>)

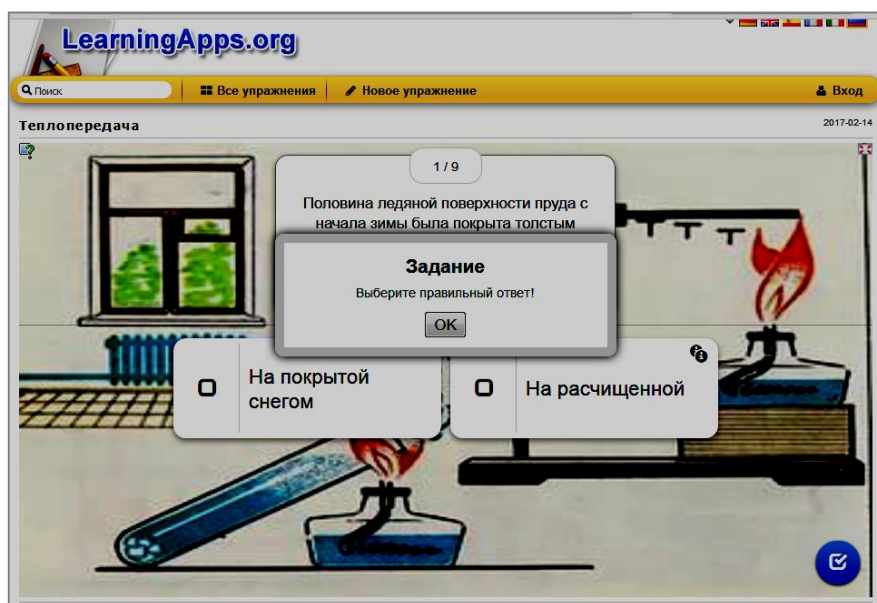


Рис. 13. Викторина по теме «Теплопередача» в приложении LearningApps (пример готового игрового упражнения; источник – <https://learningapps.org/index.php?category=7&s=>)



Рис. 14. Шаблоны для создания новых игровых упражнений в приложении LearningApps (источник – <https://learningapps.org/index.php?category=7&s=>)

С помощью данного сервиса учитель может самостоятельно создавать: тесты, викторины, игры в слова, кроссворды, игровые задания на классификацию (сортировку объектов и процессов), составление пар, ввод текста и т.п. Вполне успешным будет использование на занятиях по физике и в домашней работе учащихся библиотеки готовых разработок, выполненных пользователями данного сайта. Подготовленные учителем задания позволяют моделировать различные игровые ситуации в учебном процессе по предмету.

Выполненный анализ цифровых игровых продуктов позволяет обратить наше внимание на главную особенность зарубежной практики их разработки. Осуществляются не просто перенос классических дидактических игр 70 – 80-х гг. прошлого века (викторин, кроссвордов, ребусов и т.п.) в виртуальную среду и использование ее мультимедиа потенциала для более эффективной их представления. Создание учебных игр базируется на применении в полном объеме всей совокупности уникальных функций данной среды обучения (*моделинг, мультимедиа, интерактивность, коммуникативность, интеллектуальность, производительность*). Производителями широко применяются новые технологии и инструменты организации поведения учащихся в игровой виртуальной среде. Игрокам предлагается, как правило, динамичный интерактивный видеоряд различных физических объектов, которые движутся и взаимодействуют в игровом поле в соответствии с законами природы. Игровые ситуации ориентируют учащихся на достаточно быстрое принятие решений. Его основу составляет обычно интуитивное понимание особенностей поведения физических объектов. Результатом таких игр за счет большого числа игровых задачных ситуаций является накопление учащимися достаточного количества квазиэмпирических данных, которые впоследствии становятся предметом всестороннего анализа, систематизации и обобщения (выявления физических закономерностей). Важно отметить, что в зарубежных игровых продуктах существенное внимание уделяется деятельности учащихся по применению знаний по физике в решении практических задач, включая проектирование и использование объектов техники.

Значительная часть зарубежных обучающих игр – это игры нового поколения, включающие оригинальные концептуальные и технологические решения. Они являются не только эффективным средством повторения и закрепления приобретенных учащимися знаний и умений, но и существенным образом влияют на развитие их творческого потенциала, внимательности, сообразительности, динамических характеристик мыслительной деятельности, ее вариативности и многозадачности, а также когнитивной гибкости (готовности к быстрому переключению с одной задачной ситуации на другую).

В рамках нового подхода к разработке компьютерных обучающих игр авторами настоящей статьи предпринята попытка создания дидактической игры «Физика спорта». Сценарий игры построен на основе правил различных спортивных состязаний. Содержательной опорой игровой деятельности является материал учебных тем «Кинематика» и «Динамика» (10-й класс).

Первая версия данной игры была разработана в 1999 г. (Пермский государственный педагогический университет, авторы Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников) [9, с. 309 – 311]. Реализованная в виртуальной среде средствами языка программирования Паскаль данная игра прошла успешную апробацию в учебном процессе по физике в средней школе. В настоящее время эта игра разработана в обновленном варианте в среде Unity 3D с применением технологии максимально реалистичного интерфейса.

Сценарий игры включает несколько спортивных состязаний:

- *керлинг* (прямолинейное равноускоренное движение).
- *гольф* (прямолинейное равнозамедленное движение, движение тела, брошенного под углом к горизонту).
- *авторалли* (движение с помощью графического «штурмана»).
- *стрельба по движущейся мишени* (относительность механического движения).
- *триал* (прямолинейное ускоренное движение, движение тела, брошенного горизонтально).
- *метание диска* (вращательное движение, движение тела, брошенного под углом к горизонту).
- *спидвей* (движение по окружности, кинематика движения тела на повороте).

Рассмотрим в качестве примера виртуальное игровое состязание «Гольф» (рис. 15, 16). Проект выполнен студенткой физического факультета ПГГПУ (г. Пермь) Д.М. Капись (направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль «Информационные системы и технологии в образовании»).



Рис. 15. Дидактическая игра «Физика спорта. Гольф»

Поле для игры в гольф выполнено в трехмерном графическом редакторе: живописный ландшафт и «живой» (управляемый) участник состязания. Реализованы анимация игрового поведения спортсмена и движения (качения, полета) мяча после удара. Осуществляются контроль соблюдения организационной структуры соревнования и мониторинг спортивных достижений его участников. Подключено звуковое сопровождение игровых событий.

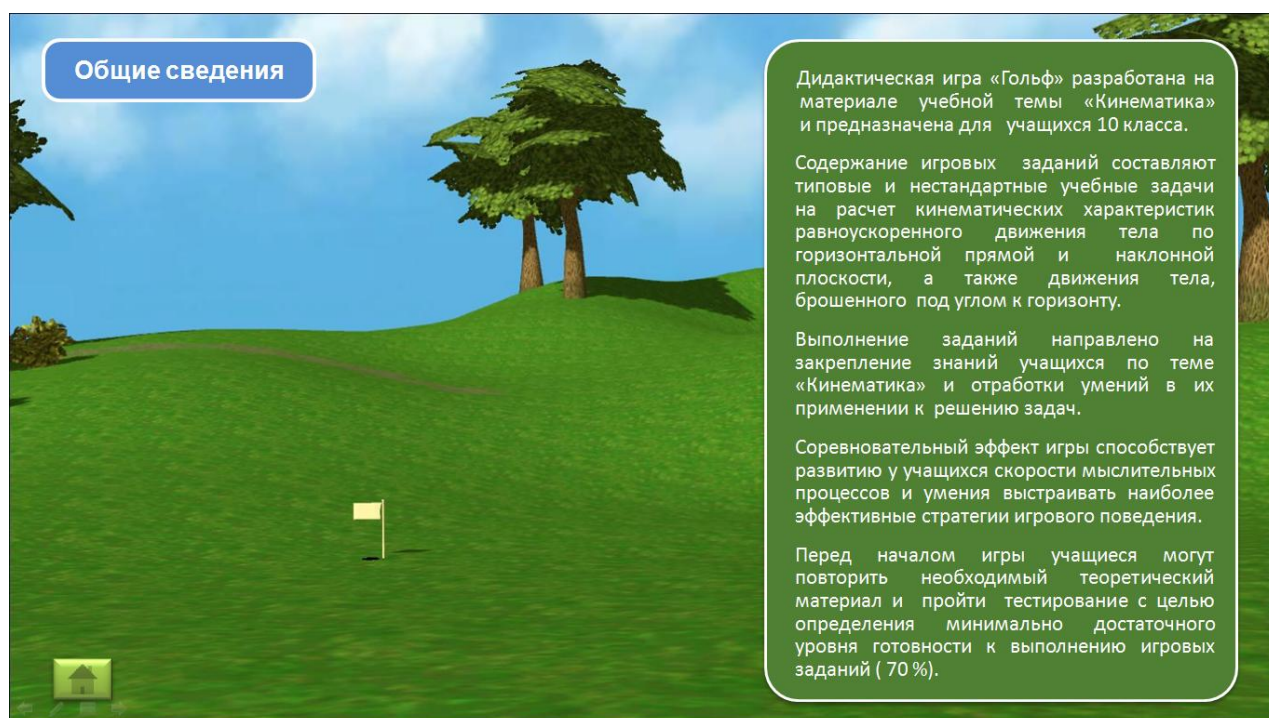


Рис. 16. Игра «Гольф»: общие сведения

Правила игрового поведения участников виртуального состязания представлены на отдельной странице ресурса (рис. 17). Для просмотра полного перечня правил необходимо воспользоваться скроллером. Авторы попытались сформулировать данные правила по содержанию и используемой терминологии в соответствии с правилами игры в гольф.



Рис. 17. Игра «Гольф»: правила игрового поведения

В начале игры участник регистрируется, нажимает кнопку «Начать игру», проходит тест по теме «Кинематика» и, набрав по его результату базовые очки, попадает на игровое поле (рис. 18).

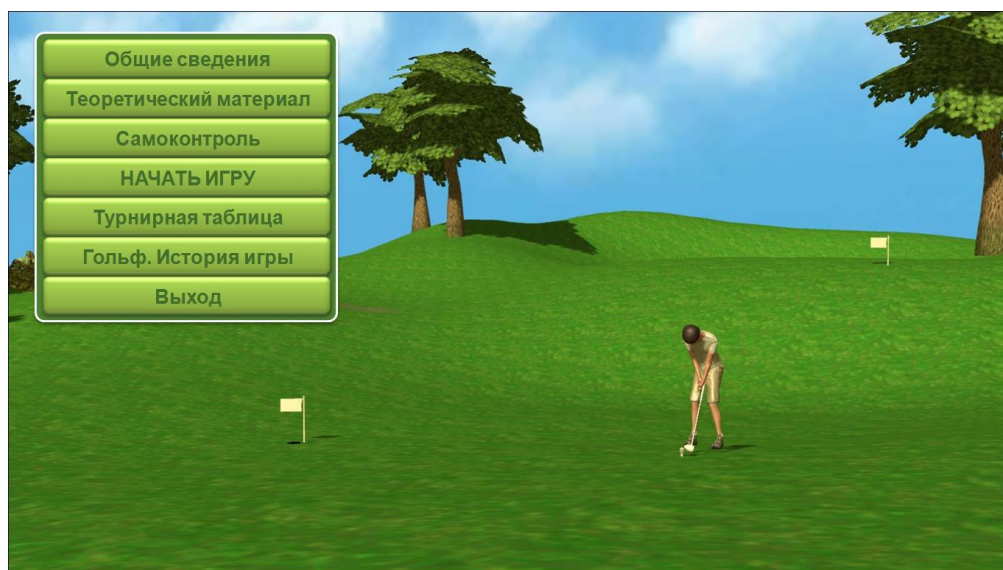


Рис. 18. Игра «Гольф»: система навигации

На игровом поле на различном расстоянии от игрока и на разных по отношению к его исходной позиции высотах размещены лунки, помеченные флажками. Положение каждой лунки по отношению к играющему определяет содержание физической задачи, которую он должен решить, чтобы поразить цель. В задачу каждого играющего входит расчет кинематических характеристик запуска мяча, отправляемого ударом клюшки в лунку: 1) угла, под которым совершается удар по мячу; 2) начальной скорости его движения (рис. 19). Выбор параметров для расчета определяется игровой ситуацией.



Рис. 19. Выбор игровой лунки

Определившись с выбором игровой лунки, спортсмен решает, каким образом отправить мяч в данную лунку: накатом по поверхности игровой площадки или броском под углом к горизонту. Расчет характеристик запуска осуществляется на основе законов механического движения. Сопротивление воздуха не учитывается. При движении мяча по поверхности игровой площадки учет сопротивления осуществляется через определение в задачной ситуации значения ускорения равнозамедленного движения. При правильном решении физической задачи мяч после удара по нему клюшкой попадает в лунку. (рис. 20). В случае затруднения в решении задачи игрок может обратиться за помощью (подсказкой) (рис. 21)

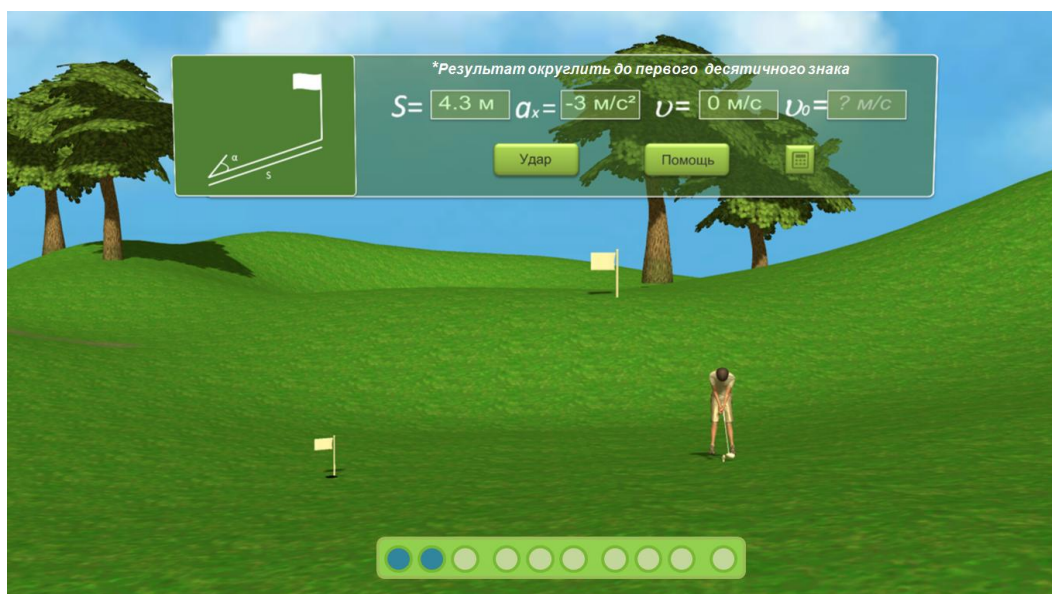


Рис. 20. Игра «Гольф»
(первый уровень: движение по горизонтали или бросок под углом к горизонту)

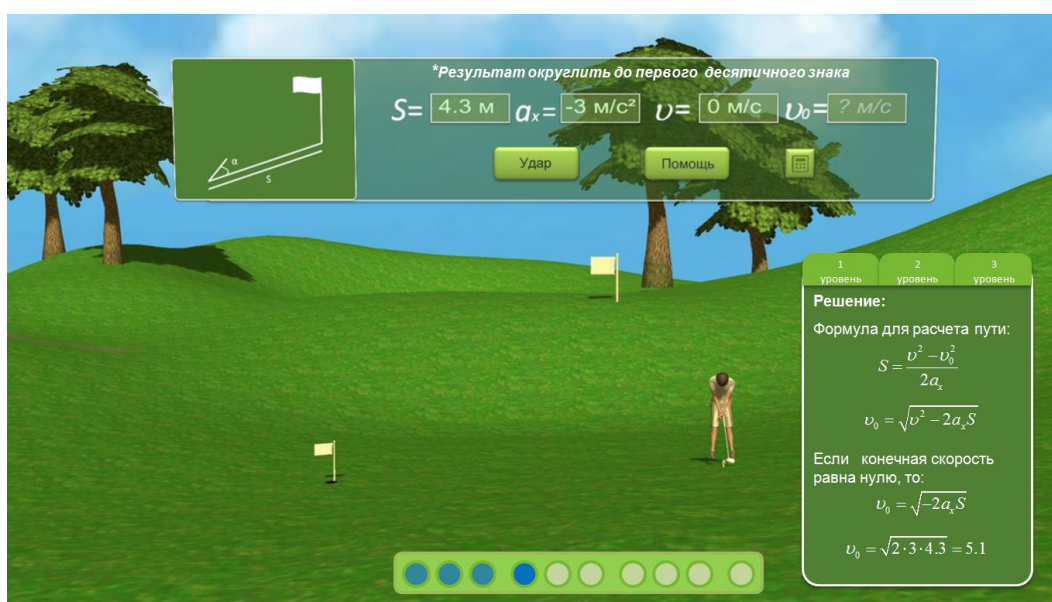
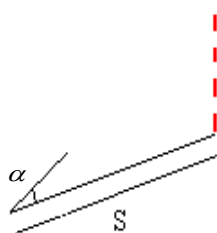


Рис. 21. Вызов подсказки: третий уровень помощи (полное решение – 3 штрафных удара)

В сценарий игры «Гольф» включено семь задачных ситуаций. Три из них – это типовые ситуации:

- найти значение начальной скорости v_0 движения мяча при заданном расстоянии до лунки S , известном ускорении движения a по поверхности игрового поля и нулевой конечной скорости (трением о поверхность пренебречь);
- определить начальную скорость движения мяча v_0 , брошенного под углом к горизонту, при заданном угле вылета α и известной дальности полета S ;
- выполнить расчет угла α , под которым надо запустить мяч, при заданной дальности полета S и известной начальной скорости вылета v_0 .

Указанные выше задачи связаны с лункой первого типа (*первый игровой уровень*) (рис. 22). Такие лунки расположены на игровом поле на том же уровне, что и игрок. Попасть в данную лунку мячом игрок может двумя способами: накатом или броском под углом к горизонту. Способ удара по мячу и соответственно вид решаемой задачи играющий выбирает сам.



Варианты решения:

$$v_0 = \sqrt{2aS} \quad (\text{качение мяча по игровому полю})$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} \quad (\text{бросок под углом к горизонту})$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \arcsin \frac{gS}{v_0^2} \quad (\text{бросок под углом к горизонту})$$

Рис. 22. Лунка №1 (первый игровой уровень)

Следующие две задачи имеют повышенный уровень сложности (*второй игровой уровень*):

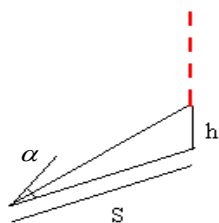
- найти значение начальной скорости движения тела v_0 , брошенного под углом к горизонту, при заданном угле вылета α , известной дальности полета S и условии попадания в цель, расположенной на некоторой высоте h над уровнем исходного положения тела перед броском (сопротивлением воздуха пренебречь) (рис. 23);
- определить значение начальной скорости v_0 , которую надо сообщить телу для его движения вверх по наклонной плоскости длиной L при условии, что тело достигнет ее вершины с конечной скоростью равной нулю; угол наклона плоскости к горизонту β , (трение о плоскость не учитывается) (рис. 24).

Последние две игровые ситуации по сложности относятся к физическим задачам олимпийского уровня (*третий игровой уровень*):

- определить начальную скорость запуска мяча накатом v_0 по наклонной плоскости с известным углом наклона α к горизонту и известной конечной координатой мяча в нижней

части плоскости S ; угол между вектором начальной скорости и линией основания наклонной плоскости равен β (трение о плоскость не учитывать) (рис. 25);

- найти начальную скорость запуска мяча накатом v_0 по наклонной плоскости с известным углом наклона α к горизонту и известной конечной координатой мяча в средней части плоскости, находящейся на высоте h (трение о плоскость не учитывать) (рис. 26).

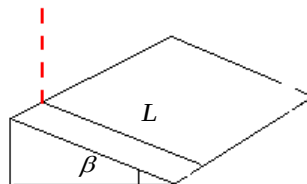


Решение:

$$v_0 = \frac{S}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(\operatorname{tg} \alpha - h)}}$$

(бросок под углом к горизонту)

Рис. 23. Лунка № 2
(второй игровой уровень)

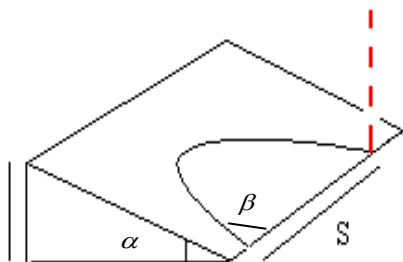


Решение:

$$v_0 = \sqrt{2gL \sin \beta}$$

(движение вверх по наклонной плоскости)

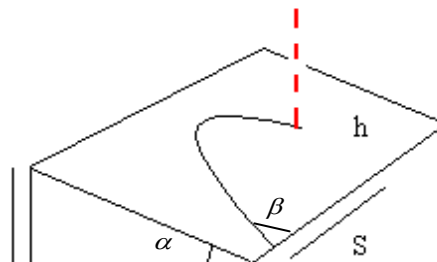
Рис. 24. Лунка № 3
(второй игровой уровень)



Решение:

$$v_0 = \sqrt{\frac{gS \sin \beta}{\sin 2\alpha}}$$

Рис. 25. Лунка № 4
(третий игровой уровень)



Решение:

$$v_0 = \frac{S}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g \sin \beta}{2(\operatorname{tg} \alpha - h)}}$$

Рис. 26. Лунка № 5
(третий игровой уровень)

Согласно сценарию игрок может последовательно пройти три уровня игры (*базовый, повышенный, олимпиадный*) или выбрать один (любой) из этих уровней. При выборе уровня сложности на экран выводится картинка игровой площадки только с теми лунками, которые соответствуют учебным задачам этого уровня. Игрок может выбрать для начала игры любую из лунок. Выбор лунки осуществляется кликом «мышки». Строка состояния рабочего поля игры (рис.20) позволяет игроку оценить физическую ситуацию, соответствующую условиям игры, произвести необходимые расчеты на основе заранее обдуманной идеи решения задачи, ввести необходимые значения параметров удара по мячу и выполнить удар. Полет мяча отображается на игровом по-

ле. Программа фиксирует факт попадания мяча в цель. Меткие удары «награждаются» бурными аплодисментами «болельщиков».

Строка состояния включает следующие игровые «клавиши»:

- *параметры лунки* (рисунок задачной ситуации с необходимым набором исходных данных);
- *начальная скорость мяча* (устанавливается с клавиатуры произвольно методом подбора или на основе полученного результата решения соответствующей задачи);
- *угол запуска мяча* (устанавливается с клавиатуры аналогичным образом);
- *ускорение движения мяча по траве* (указывается только для игровых ситуаций, в которых учет сопротивления движению мяча по поверхности поля обязателен; данный параметр имеет постоянное значение);
- *удар* (запуск мяча);
- *попытки* (подсчет выполненных бросков по активной лунке; число бросков ограничено – не более 10);
- *очистить площадку* (удаление с игрового поля мячей, не попавших в цель);
- «?» (правила игры);
- *выход*.

На завершающей стадии разработки данной игры была произведена оценка вероятности попадания мяча в лунку для случая, если игрок не решает задачу, а пытается эмпирическим путем подобрать параметры удара. Игровая практика показала, что для достижения успеха путем простого подбора параметров следует произвести не менее 5 – 6 предварительных бросков. Это лучший результат. Как правило, таких попыток надо совершить более 10, поэтому на каждом игровом уровне участнику состязания разрешается выполнить в направлении одной лунки не более 10 ударов.

Поразив все лунки на одном игровом уровне, игрок может перейти на следующий уровень или закончить игру. «Судья» подсчитывает число произведенных ударов, число попаданий, количество штрафных ударов за обращение к подсказкам, «чистое» время игры и определяет лидера состязания.

Число участников игры произвольно. Учащийся может играть один или в паре с одноклассником. В состязании одновременно могут быть задействованы все учащиеся класса. Это может быть занятие практикума по решению физических задач, организованное в кабинете, оснащённом компьютерами. Возможна организация игры в классе и при наличии одного компьютера. В этом случае право «первого удара» получает тот, кто наилучшим образом справился со вступительным тестированием. Возможность каждого последующего «удара по мячу» предоставляется тому учащемуся, который быстрее других справится с решением очередной задачи игрового сценария.

Уровень овладения учащимися умения решать задачи из предложенного набора демонстрируется в «Турнирной таблице» (рис. 27).

Практика использования данной игры в учебном процессе продемонстрировала ее дидактическую эффективность. Игра вызывает у учащихся интерес и повышает их учебную активность на занятии по решению физических задач. Комплекс состязаний «Физика спорта» позволяет охватить достаточно широкий класс типовых задач по разделу «Механика». Разработка

данного комплекса в настоящее время продолжается на кафедре мультимедийной дидактики и информационных технологий обучения Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. В проекте задействованы студенты старших курсов, обучающиеся по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль «Информационные системы и технологии в образовании».



Имя, класс	Тест	1 уровень		2 уровень		3 уровень		4 уровень		5 уровень		Общее количество ударов, N	Количество проигранных лунок	Общее время, мин
		n	t, мин	n	t, мин	n	t, мин	n	t, мин	n	t, мин			
1.														
2.														
3.														
4.														

n – количество ударов на каждом уровне
 $N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5$

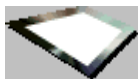
Рис. 27. Турнирная таблица игры «Гольф»



Список литературы

1. Зенцова И.М., Оспенникова Е.В. Применение средств ИКТ в организации домашнего физического эксперимента // Вестник ПГПУ. Серия: ИКТ в образовании. – Пермь: ПГГПУ. – 2016. – Вып.12. – С. 45 – 81.
2. Игры и приложения для изучения физики, химии и математики. [Электронный ресурс]. – URL: <https://infocity.az/2017/09/%D0%98%D0%B3%D1%80%D1%8B-%D0%B8-0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B8%D0%B7%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8> (дата обращения: 15.02.2018).
3. Ланина И. Я. Методика формирования познавательного интереса школьников в процессе обучения физике: Дис. ... д-ра пед. наук. Л., – 1984. – 409 с.
4. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики: Книга для учителя. – М.: Просвещение. – 1985. – 128.

5. Ланина И.Я., Довга Г.В. Урок физики: как сделать его современным и интересным: Кн. для учителя. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. – 260 с.
6. Ланина И.Я., Тряпицина А.П. Раздвигая границы привычного: путешествие по урокам физики – Л.: Лениздат, 1990. – 110 с.
7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
8. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2011. – 655 с.
9. Оспенникова Е.В. Развитие самостоятельности школьников в учении в условиях обновления информационной культуры общества: монография в 2 ч.: Ч. 2. Основы технологии развития самостоятельности школьников в изучении физики / Перм. гос. пед. ун-т. – Пермь, 2003. – 329 с.
10. Оспенникова Е.В., Оспенников, А.А. Теория и методика обучения физике в средней школе. Избранные вопросы. Применение ИКТ в обучении учащихся решению физических задач: учебное пособие / А.А. Оспенников, Е.В. Оспенникова; Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Пермь: АСТЕР, 2018. – 112 с.



УДК 004.9
ББК Ч420.253

В.Э. Лозовая, И.В. Ильин

ИНТЕРАКТИВНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Обсуждается проблема разработки интерактивных средств обучения по информатике для начальной общеобразовательной школы. Представлен анализ подходов к определению понятия «компьютерная грамотность». Описаны имеющиеся в федеральных хранилищах цифровые учебные ресурсы для формирования элементов компьютерной грамотности. Рассматривается содержание цифрового учебного пособия для начальной школы «Использование компьютерной мыши». Пособие включает модули «Перемещение объектов», «Рисование», «Выбор объекта с помощью нажатия левой кнопки мыши», предназначенные для освоения учащимися опыта работы с компьютерной мышью. Интерактивные модели в составе данных модулей реализованы в инструментальной среде Flash с помощью языка программирования ActionScript. Представлены оригинальные программные решения реализации элементов программного кода интерактивных моделей.

К л ю ч е в ы е с л о в а : обучение информатике в начальной школе, компьютерная грамотность, межпредметные связи, учебная компьютерная модель.

Введение

Знакомство учащихся начальной школы с компьютерной техникой – важная часть начальной ИКТ-подготовки современного школьника. На сегодняшний день в федеральных хранилищах цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) в Глобальной сети, на CD/DVD-приложениях к учебникам информатики для начальной школы представлены средства для пропедевтики обучения информатике учащихся начальных классов. В содержание данных ресурсов включены обучающие иллюстрации (в том числе с элементами инфографики), видеофрагменты, презентации и интерактивные модели.

Наиболее востребованным в образовательной практике объектом виртуальной среды являются интерактивные учебные модели. В настоящее время идет процесс из активного совершенствования, растет количество данных моделей. Компьютерные модели для поддержки учебного процесса разрабатываются для различных областей предметных знаний (физика, химия, география, математика, информатика и др.). Достоинство таких ресурсов состоит в том, что они позволяют визуализировать теоретический материал, организовать самостоятельную работу учащихся по его закреплению, обеспечивают возможность моделирования учебных ситуаций в виртуальной среде.

В курсе информатики начальной школы с помощью развивающих компьютерных моделей ученики младших классов могут познакомиться с устройством компьютера, овладеть основами алгоритмизации, получить представления о современных информационных и коммуникационных технологиях. Современный мультимедийный контент ЦОР позволяет заинтересовать учащихся учебным материалом. Применение ИКТ помогает учителю перейти от традиционных к современным интерактивным методам обучения, а также дает широкие возможности для организации самостоятельной деятельности учащихся.

Понятие «компьютерная грамотность»

Первые упоминания понятия «компьютерная грамотность» как самостоятельного понятия появились в научно-методической литературе в 1980 – 90-х гг. Рассмотрим исторический аспект становления данного термина. Проанализировав литературные источники различных периодов времени [1, 2, 5, 6, 7], можно прийти к выводу, что содержательные стороны понятия «компьютерная грамотность» значительно отличаются друг от друга.

Так, например, А.П. Ершов, В.М. Монахов, А.А. Кузнецов и др. полагали, что сущность компьютерной грамотности состоит: в «...эффективном использовании ЭВМ, умении программировать» [6, с. 140]. Академик Д.В. Поспелов под компьютерной грамотностью понимает: «...систему человеко-машинного взаимодействия (распределение работ в смешанных системах, организация коллективных процедур, деятельность в телекоммуникационных системах и т.п.)» [7, с. 6].

В Большом энциклопедическом словаре приводится следующее определение понятия «компьютерная грамотность»: «владение навыками использования средств вычислительной техники, понимание основ информатики и значения информационной технологии в жизни общества» [3, с. 657]. В.С. Безрукова под компьютерной грамотностью понимает: «совокупность знаний об информационном обществе и компьютеризации, умений и навыков пользования компьютером и личностных качеств, обеспечивающих успешность создания гибридного интеллекта» [1, с. 28].

По мнению Г.К. Селевко, компьютерная грамотность представляет собой совокупность операций, проводимых с персональным компьютером, а также «... умение использовать компьютерные программные средства, работать с электронным текстом, электронными таблицами, создавать презентации и базы данных» [8, с. 196].

Ряд авторов (В.Н. Каптелинин, В.В. Малев, А.В. Боева, Н.О. Гордеева и др. [2, 4]) реализуют декомпозицию понятия «компьютерная грамотность», отмечая, что последняя включает в себя *бытовой, профессиональный, интеллектуальный аспекты*. Под бытовой компьютерной грамотностью, по их мнению, следует понимать приобретение простейших практических навыков обращения с персональным компьютером. Под профессиональной компьютерной грамотностью подразумевается уровень использования информационных технологий, связанный с наличием таких профессионально значимых качеств в области компьютерных технологий, которые позволяют реализовать себя в конкретных видах профессиональной деятельности. Компьютерная грамотностью этого уровня подразумевает умение использовать ЭВМ как «...внешний орган мышления и памяти, которым можно свободно и эффективно пользоваться при решении широкого круга задач» [2].

Для учреждений начального общего образования В.В. Малев выделяет главную цель обучения информатики: «... знакомство с основными свойствами информации, обучение их приемам организации информации и планирования деятельности, в частности учебной, при решении поставленных задач; формирование представления о компьютере и современных информационных и коммуникационных технологиях; формирование представления о современном информационном обществе, информационной безопасности личности и государства» [4, с. 21].

Важность формирования компонентов компьютерной грамотности отмечается в п. 12.2. ФГОС начального общего образования, утвержденного Приказом Минобрнауки РФ № 373 от 6 октября 2009 г. В качестве базовых целей обучения курсу «Математика и информатика», кроме прочих, определены: «... овладение основами логического и алгоритмического мышления, пространственного воображения... измерения, пересчета, прикидки и оценки, наглядного представления данных и процессов, записи и выполнения алгоритмов; умение действовать в соответствии с алгоритмом и строить простейшие алгоритмы, исследовать, распознавать и изображать геометрические фигуры, работать с таблицами, схемами, графиками и диаграммами, цепочками, совокупностями, представлять, анализировать и интерпретировать данные; приобретение первоначальных представлений о компьютерной грамотности» [9].

В настоящей статье рассматривается такой компонент компьютерной грамотности, как изучение средств информационных и коммуникационных технологий, в частности, устройств ввода.

ИКТ-поддержка уроков информатики в начальной школе

Дидактическая поддержка процесса формирования компьютерной грамотности может быть реализована специализированными ИКТ-средствами. Отечественные IT-компании, такие как «Новый Диск», «Бука», «1С», «Кирилл и Мефодий» и др., ведут разработку различных программ поддержки учебного процесса. К ним относятся как комплексные образовательные продукты (серия «Начальная школа» («Кирилл и Мефодий»); «Информатика», «Дракоша»; «Информатика для детей (1–4 классы)», «Игры и задачи» (от «1С»); «Курс элементарной компьютерной грамотности для начальной школы (Продюсерский центр Школа) и др.), так и отдельные компьютерные модели.

Анализ ЦОР показал относительно невысокий уровень интерактивности моделей, направленных на формирование отдельных компонентов компьютерной грамотности школьников младших классов, в частности, моделей, предназначенных для работы учащихся с компьютерной мышью. Ниже представлен ряд программных интерфейсов компьютерных интерактивных моделей по теме «Использование компьютерной мыши» (рис. 1, 2). Данные модели предназначены для отработки у учащихся следующих действий: перемещение объектов, работа с левой кнопкой мыши (ЛКМ). Работа с данными моделями является, безусловно, полезной для учащихся. Можно указать направления совершенствования данных моделей: разработка более удобной навигации, повышение уровня наглядности подсказок, обеспечение видового разнообразия игровых учебных заданий и др.

ЦОР «Использование компьютерной мыши»

В настоящей статье представлен авторский проект – цифровой образовательный ресурс «Использование компьютерной мыши». Разработка данного проекта осуществлялась с учетом следующих требований: интерактивность, мультимедиа, игровой характер заданий, применение современных технологий визуализации учебного материала.

Для создания интерактивных компьютерных моделей на сегодняшний день используют множество различных программных инструментов: Macromedia (Adobe) Flash (Animate), Swishmax, Alligator Flash Designer, Fanta Morph Deluxe, Advanced Effect Maker, Sothink SWF Easy, LiveSwif, Stratum и др. Наиболее востребованным подходом моделирования предметной области является объектно-ориентированная технология и соответствующие ей языки программирования. Так, например, среда Macromedia (Adobe) Flash (Animate) из-за наличия удобного графического интерфейса, встроенного языка AS с поддержкой ООП и библиотеки компонентов, очень удобна в работе по созданию интерактивных учебных моделей. Кроме того, Macromedia (Adobe) Flash является платформой для создания web-приложений, мультимедийных презентаций, анимационных фильмов.

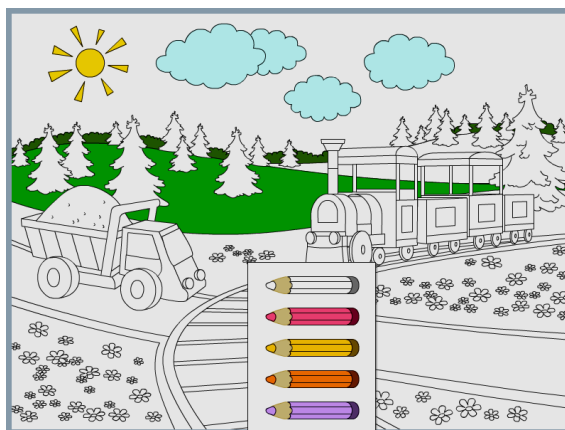


Рис. 1. Модель «Раскраска с помощью контекстного меню». Курс элементарной компьютерной грамотности для начальной школы (ЗАО «Телевизионное объединение», «Продюсерский центр «Школа»)



Рис. 2. Модель «Пазл». Курс элементарной компьютерной грамотности для начальной школы (ЗАО «Телевизионное объединение», «Продюсерский центр «Школа»)

С использованием инструмента Macromedia (Adobe) Flash был разработан интерактивный учебный ресурс «Использование компьютерной мыши» для дидактической поддержки уроков информатики в начальной школе. В данном ресурсе учебный материал приводится в интерактивной игровой форме с широким использованием мультимедийного контента, включая голосовое сопровождение.

Цифровой образовательный ресурс «Использование компьютерной мыши» (рис. 3) позволяет учащимся:

- отработать навыки использования левой кнопки мыши (ЛКМ);
- освоить умение ввода данных с клавиатуры;
- получить опыт перемещения объектов (технология drag&drop);
- получить опыт рисования с помощью ЛКМ.

Содержание ресурса «Использование компьютерной мыши» соответствует программам начальной общеобразовательной школы (2–4 кл.), а именно: Климанова Л.Ф., Горецкий В.Г., Голованова М.В. Литературное чтение. Часть 1 (для 2 кл.); Моро М.И., Бантова М.А., Бельтюкова Г.В. «Математика. Часть 1» (для 2 кл.); Биболетова М.З., Денисенко О.А., Трубанева Н.Н. Enjoy English (для 3 кл.) [10].

Компьютерные модели в данном ресурсе реализованы в инструментальной среде Macromedia (Adobe) Flash с помощью языка программирования ActionScript 2.0. Представлены оригинальные интерфейсные решения и программные реализации интерактивных элементов данных моделей. Рассмотрим структуру и содержание данного ресурса (см. рис. 3).

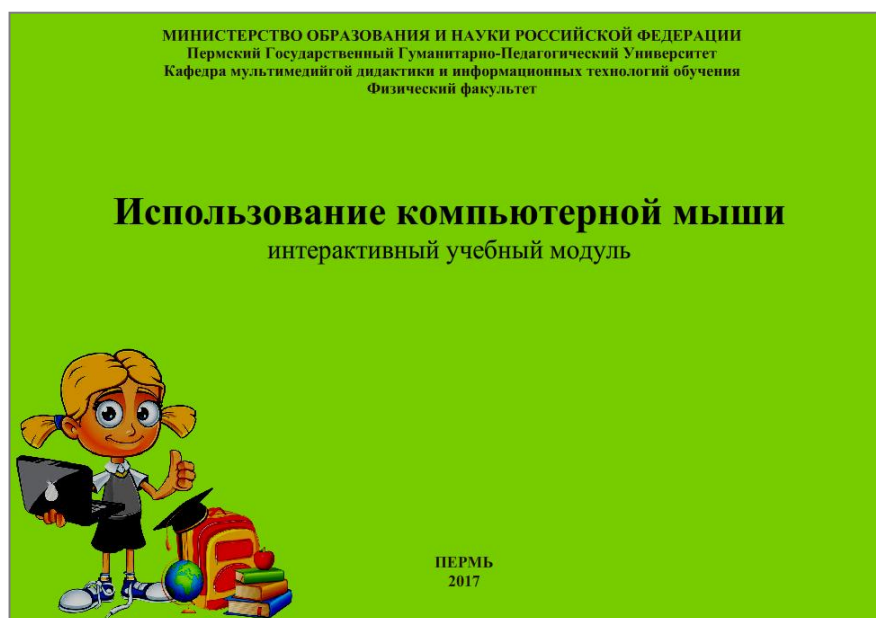


Рис. 3. Стартовое окно ЦОР «Использование компьютерной мыши»

Ресурс содержит три модуля: «Выбор объекта нажатием кнопки», «Перемещение объектов» и «Рисование» (рис. 4).

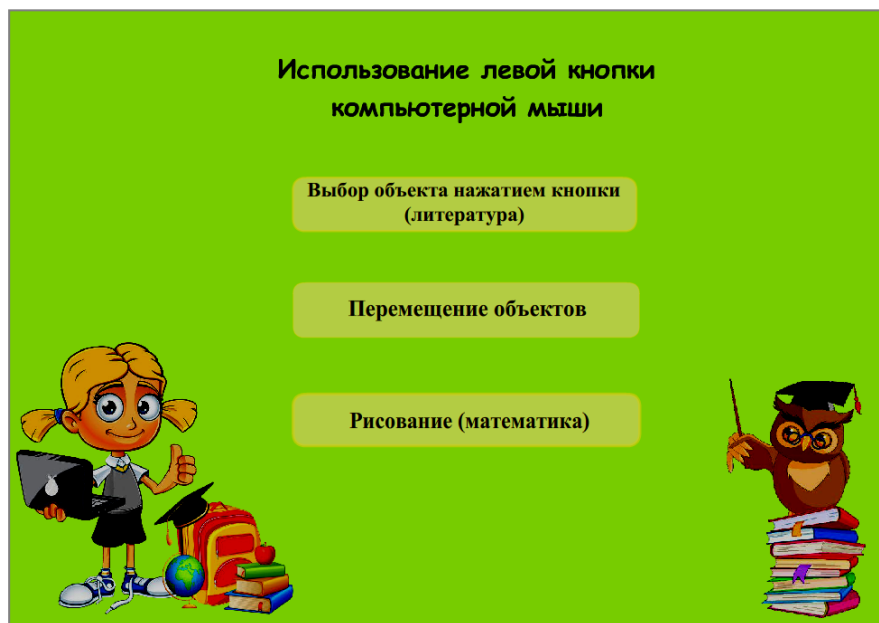


Рис. 4. Модули ЦОР «Использование компьютерной мыши»

Рассмотрим содержание каждого модуля ресурса.

I. Модуль «Выбор объекта нажатием кнопки». В рабочем окне интерактивной модели, предназначенной для отработки действия выбора объекта нажатием ЛКМ, представлено несколько активных графических объектов: иллюстрации к различным сказкам и название сказок (рис. 5). Учащиеся должны выбрать соответствующую названию сказки иллюстрацию. Модель позволяет отработать у учащихся навык *выбора объекта посредством нажатия на объект с помощью ЛКМ*.



Рис. 5. Модуль «Выбор объекта нажатием кнопки»

Данный модуль может использоваться как на уроках информатики, так и литературы.

II. Модуль «Перемещение объектов». Данный учебный модуль предназначен для отработки навыка *перемещения объектов* (технология *drag&drop*). Модуль содержит несколько моделей, которые разработаны на разном предметном материале: «Литература», «Математика» и English (рис. 6). Это обеспечивает реализацию межпредметных связей.

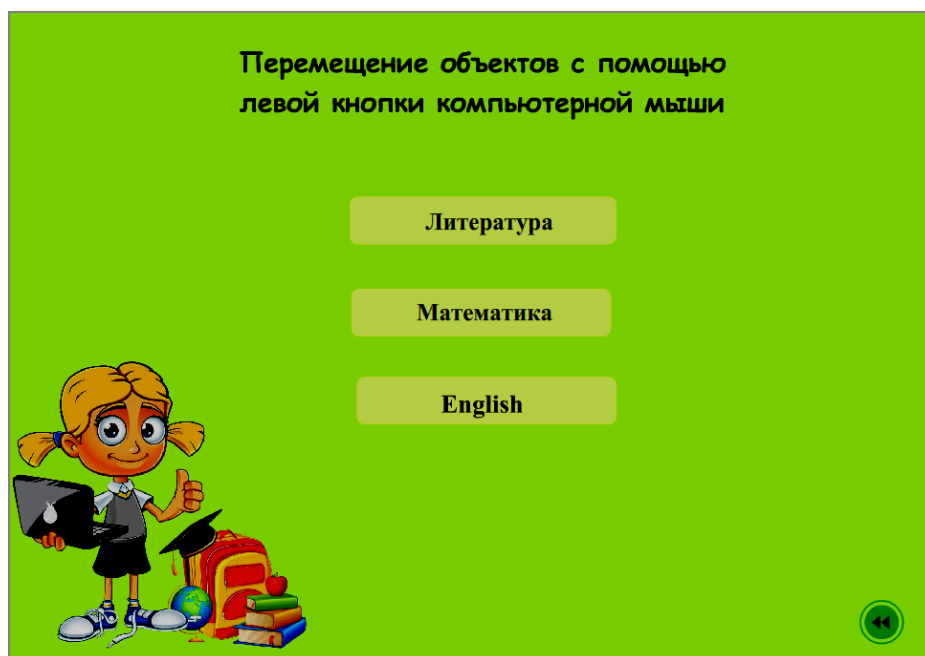


Рис. 6. Оглавление модуля «Перемещение объектов»

Так, например, при работе с интерактивной моделью «Литература» (рис. 7) учащимся предлагается правильно соотнести начало и конец русской пословицы. Выполнение задания осуществляется путем перемещения объектов (технология *drag&drop*).



Рис. 7. Модель «Литература» из модуля «Перемещение объектов»

Интерактивная модель «Математика» (рис. 8) имеет схожий интерфейс. Учащимся предлагается выполнить различные арифметические операции. При выполнении задания необходимо правильно соотнести вопрос и вариант ответа на него.

Рассмотрим интерактивную модель English из модуля «Перемещение объектов» (рис. 9). В задачу учащегося входит: одевание персонажа путем «перемещения» одежды из зоны ее расположения на ребенка, а также перевод на английский язык названия каждого предмета гардероба. Учащийся может самостоятельно выбрать виртуальный персонаж для выполнения данного задания. Данная модель позволяет отработать у учащихся некоторый комплекс навыков: *нажатие на объект с помощью ЛКМ, перемещение объектов, ввод текста с клавиатуры.*



Рис. 8. Модель «Математика» из модуля «Перемещение объектов»

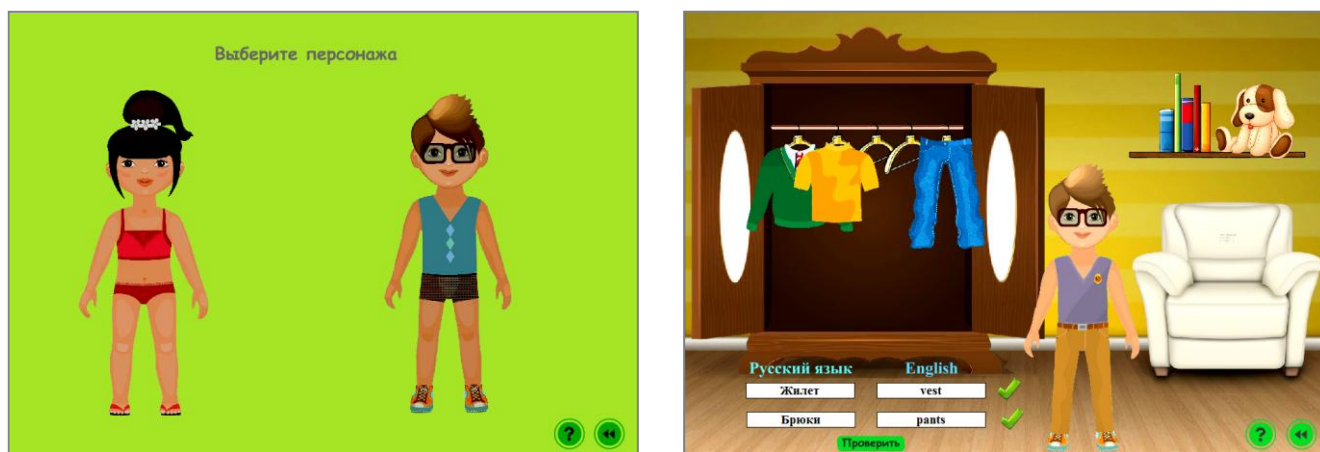


Рис. 9. Модель English из модуля «Перемещение объектов»

III. Модуль «Рисование». Интерактивные модели данного модуля (рис. 10) разработаны на материале курса математики. В задачу учащегося входит рисование цифр по точкам. Содержание заданий выбирается случайным образом. С помощью нажатия ЛКМ на точку, которая находится в специальном динамическом окне, учащийся рисует (протягивает) линию до другой точки.



Рис. 10. Модуль «Рисование»

В каждом модуле рассмотренного выше ресурса реализованы оригинальные решения разработки программного кода реализации интерактивных моделей. Рассмотрим одно из таких решений на примере программного кода компьютерной модели «Рисование». Данное решение включало две основные задачи.

Во-первых, стояла задача программной реализации линий. Для этого был использован метод `moveTo()`, который позволяет рисовать линии в реальном времени при привязке к координатам курсора. Фрагмент программного кода реализации динамических линий представлен ниже:

```
//начало рисования соединений (имена переменных: соединение (англ. "compound"), точка фиксации
- (англ. fixingpoint))
for (j=1; j<=prNum; j++) {
    if ((f1[j]) and (!f2[j])) {
        // удаление соединения
        _root["compound"+j].removeMovieClip();
        //создание соединения
        _root.createEmptyMovieClip("compound"+j, j);
        // видимость соединения
        _root["compound"+j]._alpha = prAlpha[j];
        // задание параметров соединения
        _root["compound"+j].lineStyle(7, 0x9900FF, 100);
        // рисование соединения от точка фиксации
        _root["compound"+j].moveTo(_root["k1"+fixingpoint1[j]]._x,
        _root["k1"+fixingpoint1[j]]._y);

        //проверка по оси X
        nz = 0;
        do {
            nz++;
            if (nz == 1) {
                // алгоритм эффекта «провисания соединения»
                _root["np"+j+"nz"+nz]._x =
                (_root["k1"+fixingpoint1[j]]._x+_root["np"+j+"nz"+(nz+1)]._x)/2;
```

```

    } else {
        //проверка последнего звена
        if (nz == nch) {
            //конец соединения прикрепляется к указателю мыши
            _root["np"+j+"nz"+nz]._x =
(_root._xmouse+_root["np"+j+"nz"+(nz)]._x)/2;
        } else {
            _root["np"+j+"nz"+nz]._x = (_root["np"+j+"nz"+(nz-
1)]._x+_root["np"+j+"nz"+(nz+1)]._x)*0.5;
        }
    }
    // аналогичная проверка по оси Y
    if (nz == 1) {
        _root["np"+j+"nz"+nz]._y =
(_root["kl"+fixingpoint1[j]]._y+_root["np"+j+"nz"+(nz+1)]._y)/2;
    } else {
        if (nz == nch) {
            _root["np"+j+"nz"+nz]._y =
(_root._ymouse+_root["np"+j+"nz"+(nz)]._y)/2;
        } else {
            _root["np"+j+"nz"+nz]._y = (_root["np"+j+"nz"+(nz-
1)]._y+_root["np"+j+"nz"+(nz+1)]._y)*0.5+0.006*nz*(nch-nz);
        }
    }
    _root["compound"+j].lineTo(_root["np"+j+"nz"+nz]._x,
_root["np"+j+"nz"+nz]._y);
    } while (nz<nch);
}

}

```

Во-вторых, важным функционалом модуля является осуществление проверки правильности соединения точек для создания цифр. После нажатия кнопки «Проверить» вызывается пользовательская функция `proverka()`. Для промежуточных вычислений также были разработаны функции `chain_nums()`, `show_nums()`, `hide_windows()`, `test_chain()`, `remove_wires()`. Функция `show_nums()` отвечает за скрытие цифры в задаче, функция `hide_windows()` – за появление неправильного результата проделанной работы в виде картинки с надписью, функция `test_chain()` – за проверку правильности соединения линий, функция `remove_wires()` – за удаление линии, протянутые от точки начала до точки конца соединения. Важными структурами данных являются динамические массивы для каждого из вариантов соединения линий от точки до точки при создании цифры.

Ниже представлен программный код реализации правильного соединения линий точек для создания цифры:

```

//при нажатии кнопки «Проверить» вызывается функция proverka()
_root.proverka.onPress = function() {
    // проверка для цифры один
    if (chain_nums[1] == 1) {
        //выдаёт количество соединений, которые объединяют точки из массивов

```

```

num1 = test_chain(chain_one_1);
num2 = test_chain(chain_one_2_1);
num3 = test_chain(chain_one_2_2);
if ((num1 == 1) and ((num_wires == 3) and (num2 == 2)) or ((num_wires == 2) and
(num3 == 1)))) { // num_wires - количество соединений
    _root.wind1._alpha = 100;
    //вызов функции hide_windows через указанный промежуток времени
    setTimeout(hide_windows, 2000, 1);
    chain_nums[1] = 2;
    num_complet++;
    _root["num"+1]._alpha = 0;
    //вызов функции show_nums через указанный промежуток времени
    setTimeout(show_nums, 2000);
} else {
    _root.wind2._alpha = 100;
    //вызов функции hide_windows через указанный промежуток времени
    setTimeout(hide_windows, 2000, 2);
}

```

Фрагмент программного кода для функции `hide_windows()`:

```

function hide_windows(n:Number) {
    if (n == 1) {
        _root["wind"+n]._alpha = 0;
    } else {
        _root["wind"+n]._alpha = 0;
    }
}

```

Фрагмент программного кода для функции `test_chain()`:

```

function test_chain(array:Array) {
    var n = 0;
    for (i=0; i<array.length-1; i++) {
        for (j=0; j<fixingpoint1.length; j++) {
            if ((fixingpoint1[j] == array[i] and
fixingpoint2[j] == array[i+1]) or (fixingpoint1[j] == array[i+1] and fixingpoint2[j] ==
array[i])) {
                n++;
            }
        }
    }
    return n;
}

```

Фрагмент программного кода для функции `remove_wires()`:

```

function remove_wires() {
    for (k=1; k<=prNum; k++) {
        for (i=1; i<=nch; i++) {
            _root["compound"+k]._alpha = 0;
            prAlpha[k] = 0;
            _root["compound"+k].removeMovieClip();
        }
    }
}

```

```
        _root["np"+a+"nz"+i].removeMovieClip();
        f1[k] = false;
        f2[k] = false;
        fixingpoint1[k] = 0;
        fixingpoint2[k] = 0;
    }
    n = 0;
    num_wires = 0;
}
```

Фрагмент программного кода для функции show_nums():

```
function show_nums() {
    remove_wires();
    if (num_complet<9) {
        sh = 0;
        while (sh == 0) {
            show_num = random(9)+1;
            for (i=1; i<=9; i++) {
                if (chain_nums[show_num] == 0) {

_root["num"+show_num]._alpha = 100;

                                chain_nums[show_num] = 1;
                                sh = 1;
                            }
                        }
                    } else {
                        _root.wind1._alpha = 100;
                    }
                }
            show_nums();

// варианты соединения линий для цифры 1
var chain_one_1:Array = [3, 2];
var chain_one_2_1:Array = [2, 4, 6];
var chain_one_2_2:Array = [2, 6];

// варианты соединения линий для цифры 2
var chain_two:Array = [1, 2, 4, 5, 6];

// варианты соединения линий для цифры 3
var chain_three:Array = [1, 2, 3, 4, 5];
```

Представленный в настоящей статье ЦОР «Использование компьютерной мыши» проходит апробацию в школах г. Перми и Пермского края на занятиях по информатике в начальной школе.

Перспективы работы над проектом состоят в пополнении модулей новыми интерактивными моделями для отработки базовых навыков компьютерной грамотности, в частности, при работе с устройствами ввода информации (например, отработка умений двойного щелчка мыши,

работа с правой кнопкой мыши, работа с клавиатурой), создании моделей с обновленным предметным содержанием, публикации ресурса в сети Интернет.



Список литературы

1. Безрукова В.С. Основы духовной культуры (энциклопедический словарь педагога). – Екатеринбург: Ажур, 2015. – 937 с.
2. Каптелинин В.Н. Психологические проблемы формирования компьютерной грамотности школьников // Вопросы психологии – 1986. – № 5. – С. 54–65
3. Лапина И.К. Большой энциклопедический словарь. – М.: Астрель, 2013. – 1248 с.
4. Малев В.В. Общая методика преподавания информатики. – М.: Директмедиа, 2013. – 273 с.
5. Методика преподавания информатики: учеб. пособие для студентов пед. вузов/ М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер; под общей ред. М.П. Лапчика. – М.: Издат. центр «Академия», 2001. – 624 с.
6. Основы информатики и вычислительной техники: учеб. пособие для сред. учеб. Заведений: в 2 ч. Ч.2 / А.П. Ершов, В.М. Монахов; под общ. ред. А.П. Ершова. – М.: Просвещение, 1986. – 143 с.
7. Поспелов Д.А. Информатика: энциклопед. словарь – М.: Педагогика-пресс, 1994. – 352 с.
8. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. Т. 1. – М.: Народное образование, 2005. – 556 с.
9. ФГОС начального общего образования (от 6 октября 2009 г. № 373). – М., 2009.
10. Enjoy English. 3 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений / под ред. М.З. Биболетова, О.А. Денисенко, Н.Н. Трубанева. – Обнинск: Титул, 2008 – 142 с.

Научное издание

**ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Серия
**«Информационные компьютерные технологии
в образовании»**

ВЫПУСК 13/ 2017

Научный журнал

Главный редактор выпуска
Оспенникова Елена Васильевна

Выпускающий редактор
Ильин Иван Вадимович

Редактор *М.Г. Коровушкина*
Компьютерная верстка – *В.Н. Визнюк*
Макетирование – *Н.А. Оспенников*

Свидетельство государственной аккредитации вуза
№ 0902 от 07.03.2014
Изд. лиц. ИД № 03857 от 30.01.2001 г.
Подписано в печать 18.11.2017. Формат 60х90 1/8
Бумага ВХИ. Печать на ризографе. Набор компьютерный
Усл. печ. л. 13,75. Уч.- изд. л. 12,0.
Тираж 100 экз. Заказ № _____

Редакционно-издательский отдел
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
614990, г. Пермь, ГСП, ул. Сибирская, 24, корп. 2, оф. 71,
тел. +7 (342) 238-63-12, e-mail:rio@pspu.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета в
издательско-полиграфическом комплексе «ОТ и ДО»
Россия, 614094 г. Пермь, ул. Овчинникова, 19,
Тел./факс: (342) 224-47-47
e-mail: info@otido.perm.ru