

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

Лаборатория цифровых образовательных ресурсов и педагогического проектирования

12 +

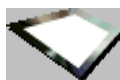
ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия

**«Информационные компьютерные технологии
в образовании»**

ВЫПУСК 16 / 2020

Электронный научный журнал



Пермь
ПГГПУ
2020

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия «Информационные компьютерные технологии в образовании»: электронный научный журнал [Электронный ресурс] / редкол.: Е.В. Оспенникова (гл. ред.), Е.А. Еремин; Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т. – Пермь, 2020. – Вып. 16 – 96 с. – 19,5 Мб.

Представлены результаты педагогических исследований по актуальным проблемам цифровой трансформации системы общего среднего и высшего образования. Обсуждаются структура и содержание цифровой образовательной среды и перспективы ее развития. Рассматриваются вопросы, касающиеся технологии разработки цифровых ресурсов и инструментов для системы образования, а также методики их применения в учебно-воспитательном процессе средней общеобразовательной школы и вуза. Анализируются направления инновационного обновления учебной работы школьников и студентов в условиях непрерывно развивающейся цифровой образовательной среды. Излагаются научно-методические подходы к разработке учебных занятий и особенности их организации с применением современных средств ИКТ, дано описание опыта работы учителей средних общеобразовательных школ и преподавателей вузов по использованию компьютерных технологий в образовательной практике.

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ВЕСТНИКА ПГГПУ:

А.М. БЕЛАВИН – д-р ист. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

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, доц. (выпускающий редактор)

Журнал включен в «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)

(договор № 270-04/2014, дата регистрации 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://pspu.ru/university/fakultety-i-instituty/fizicheskij/laboratorii/>

laboratorija-cor-i-pedagogicheskogo-projektirovanija@vestnik-pggu-serija-ikt-v-obrazovanii

Электронная почта журнала: e-mail: ospennikova_ev@pspu.ru; evos@bk.ru – Оспенниковой Елене Васильевне

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



АВТОРЫ

- ♦ **АНТОНОВА Дарья Андреевна** • преподаватель кафедры английского языка и межкультурной коммуникации Пермского государственного национального исследовательского университета.
- ♦ **БУЗМАКОВ Максим Дмитриевич** • студент физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, направление подготовки 09.03.02 – «Информационные системы и технологии», профиль – «Информационные технологии в образовании» (выпуск 2019 г.).
- ♦ **ЗЕНЦОВА Инна Михайловна** • кандидат педагогических наук, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Соликамского государственного педагогического института (филиала Пермского государственного национального исследовательского университета).
- ♦ **ИЛЬИН Иван Вадимович** • кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной информатики, информационных систем и технологий Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета; доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике Пермского государственного национального исследовательского университета (совместитель).
- ♦ **Кузаев Айдар Файзуллович** • кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной информатики, информационных систем и технологий Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета; доцент кафедры информационных технологий Пермского государственного национального исследовательского университета (совместитель).
- ♦ **МАСЛЕННИКОВА Марина Олеговна** • студентка физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, направление подготовки 09.03.02 – «Информационные системы и технологии», профиль – «Информационные технологии в образовании» (выпуск 2019 г.).
- ♦ **ОСПЕННИКОВА Елена Васильевна** • доктор педагогических наук, профессор кафедры прикладной информатики, информационных систем и технологий Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета; зав. лабораторией ЦОР и педагогического проектирования ПГГПУ, научный руководитель НОЦ «Техноинтеллект» ПГГПУ.
- ♦ **РИХТЕР Татьяна Васильевна** • кандидат педагогических наук, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Соликамского государственного педагогического института (филиала Пермского государственного национального исследовательского университета).
- ♦ **ЯКИМОВА Юлия Викторовна** • педагог дополнительного образования (робототехника) МАОУ СОШ № 135 г. Перми с углубленным изучением предметов образовательной области «Технология»; аспирант кафедры прикладной информатики, информационных систем и технологий Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, учитель физики.

СОДЕРЖАНИЕ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

АНТОНОВА Д.А.

ТИПОВЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ • С. 5–29

БУЗМАКОВ М.Д., ИЛЬИН И.В., ОСПЕННИКОВА Е.В.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ТРЕХМЕРНОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ • С. 30–46



РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

МАСЛЕННИКОВА М.О., ИЛЬИН И.В., ОСПЕННИКОВА Е.В.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
«ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА-ПРАКТИКАНТА: СТРУКТУРА, ФУНКЦИОНАЛ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ • С. 47–57

РИХТЕР Т.В.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ» В СДО MOODLE
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ
ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ • С. 58–65

ЗЕНЦОВА И.М.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ BYOD (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ
ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА») • С. 66–72



ПРЕПОДАВАНИЕ ИНФОРМАТИКИ И ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ И ВУЗЕ

КУЗАЕВ А.Ф.

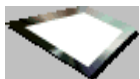
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В РАМКАХ УЧЕБНОГО КУРСА
«WEB-ПРОГРАММИРОВАНИЕ» КАК СРЕДСТВО ПРОПЕДЕВТИКИ ИЗУЧЕНИЯ
СТУДЕНТАМИ ОСНОВ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА • С. 73–81



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

ЯКИМОВА Ю.В.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ САЙТОВ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
РОБОТОТЕХНИКЕ • С. 82–94



ТИПОВЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Рассматривается проблема профессиональной подготовки студентов педагогического вуза к проектированию и разработке объектов цифровой образовательной среды. Обсуждается содержание соответствующих ИКТ-компетенций и необходимость их формирования у будущих педагогов. Ставится задача разработки типовых профессиональных задач (ТПЗ), решение которых будет способствовать формированию готовности студентов к самостоятельному пополнению контента цифровой среды обучения. Предпринята попытка системного подхода к определению состава ТПЗ. Определены две макрогруппы типовых профессиональных задач по разработке цифровых учебных объектов, связанных с представлением в виртуальной среде ключевых элементов содержания обучения: его концептуальной (знания) и процессуальной (виды и способы деятельности) составляющих. Дана характеристика данных макрогрупп.

Основу организации деятельности студентов по решению ТПЗ составляет технология продуктивного обучения. Обсуждаются достоинства и недостатки технологии продуктивного обучения, а также способы минимизации ее негативных проявлений. Особенности проектной работы студентов с применением данной технологии рассматриваются на примере преподавания учебной дисциплины «Современные технологии проектирования цифровой образовательной среды». Определены этапы проектной работы, дана характеристика их содержания на примере разработки студентами интерактивных 3D-моделей физического эксперимента. В опытно-поисковой работе доказывается результативность применения технологии продуктивного обучения в подготовке студентов к решению типовых профессиональных задач по разработке учебных объектов цифровой образовательной среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а : цифровая образовательная среда, ИКТ-компетенции учителя средней школы, типовые профессиональные задачи, проектная деятельность, технология продуктивного обучения, виртуальные модели учебного эксперимента.

Технология продуктивного образования в ее современном понимании начала формироваться в 70-х гг. XX столетия (О. Домброу, Ф. Кури и Р. Сафран, США). В Европе освоение данной технологии относится к 90-м гг. XX в. Термин Productive Learning (далее – PL) был введен в конце 80-х гг. прошлого столетия немецкими учеными и педагогами И. Бем и Й. Шнайдером. В 1990 г. была создана целая сеть продуктивных школ (INEPS – International Network of Productive Schools), а год спустя в Европе был основан Институт продуктивного обучения (IPLE). В настоящее время стратегия продуктивного обучения реализуется

в образовательной практике разных стран мира (в Германии, Великобритании, Франции, Швеции, Испании, Италии, США, Финляндии, Бразилии и др.). В России этот тип обучения тоже получил признание и нашел своих сторонников. В отдельных городах Российской Федерации, равно как и в других странах, созданы научные организации, исследующие вопросы теории и практики продуктивного обучения (Москва, Санкт-Петербург и др.) [4].

Согласно модели, разработанной И. Бем и Й. Шнайдером, продуктивное обучение включает личностный, деятельностный, социальный, культурный и профессиональный аспекты. Личностный аспект выражается в осознании обучения как процесса собственного развития. Деятельностный аспект связан с тем, что обучение возникает из опыта продуктивной деятельности, в которой затем результаты обучения и используются. Социальный аспект состоит в значении, которое данная деятельность имеет для социума, культурологический – в его связях с традициями развития различных областей культуры, а профессиональный – в предоставлении обучаемому возможностей для самоопределения и профессиональной подготовки [2, с. 44].

Вопросы теории и практики продуктивного обучения раскрываются в работе немецкого математика и психолога М. Вертгеймера. Автор обращает внимание на два ключевых признака обучения этого типа: 1) ориентация на индивидуализацию обучения и расширение его потенциала за счет интегративного подхода к вопросам академического, общекультурного и профессионального образования; 2) более широкое использование образовательных ресурсов окружающей социальной, экономической и культурной среды [7, с. 9]. Важной особенностью системы PL, по его мнению, является ее гибкость: *данная система адаптируется к изменениям, которые происходят с обучаемыми*. Это обеспечивается спецификой среды продуктивного обучения, которая является непременно развитой образовательной средой («богатой идейно и материально») и чаще всего распространяется далеко за пределы конкретного учебного учреждения.

Содержание понятия «продуктивное обучение» впервые было определено на Втором конгрессе INEPS (Португалия, 1992 г.). Продуктивное обучение рассматривалось как «...образовательный процесс, приводящий к развитию роли личности в сообществе (социуме) одновременно с изменениями в самом сообществе (социуме). Этот процесс реализуется в виде маршрута, образованного действиями, ориентированными на получение продукта в ситуациях реальной жизни с помощью группового образовательного опыта, проведение которого облегчается участием педагогов». К существенным признакам PL были отнесены: 1) ориентация на развитие личности обучаемого; 2) адаптивность обучения в отношении индивидуальных особенностей личности; 3) социальный и профессиональный характер развития обучаемого; 4) изменение роли педагога [4, с. 10].

Уточненное определение понятия «продуктивное обучение» было дано на Одиннадцатом конгрессе INEPS (Берлин, 1999 г.). Данное определение имело описательный характер (через определение целей и условий реализации): «Продуктивное обучение нацелено на приобретение жизненных умений, инициирующих личный рост и индивидуальное развитие, межличностное общение и взаимодействие, а также самоопределение его участников. Как образовательный процесс продуктивное обучение реализуется в рамках индивидуального пути, выстроенного последовательностью шагов, где каждый шаг имеет хорошо определимый результат, так как

является продуктивно ориентированной деятельностью в реальной жизненной ситуации» (М.И. Башмаков, Й. Шнайдер) [6, с. 60].

Спустя десятилетие технология продуктивного образования (первоначально ориентированная на неуспешных в обычной образовательной системе подростков) сложилась как целостная педагогическая система и стала активно применяться в образовательных учреждениях. Развиваются ее теоретические основы, совершенствуются практики реализации.

Анализ содержания и направлений развития концепции продуктивного образования, изучение и обобщение опыта его применения в общеобразовательных школах и средних профессиональных учреждениях более чем в 20 странах мира указывают на успешность данного подхода к организации учебного процесса [22]. Это подтверждают результаты диссертационных исследований различных аспектов продуктивного обучения в системе общего среднего и среднего специального образования, выполненных отечественными учеными (С.Б. Попцов (1999), Е.В. Губанова (2004), Г.М. Крутова (2004), Г.Н. Мирошникова (2006), Н.М. Павлуцкая (2007)) и зарубежными педагогами (S. Ragsdale (2014), Cynthia A. Mika (2015), P. Koss (2015), Wing K. Y. H. (2016) и др.).

Даны положительные оценки возможности применения технологии продуктивного образования в высшей профессиональной школе [22]. Имеет место становление опыта такой работы. С начала 2000-х гг. было выполнено несколько диссертационных работ, посвященных изучению возможностей продуктивного обучения как одного из средств профессиональной подготовки студентов вузов (М.Н. Гольдина (2003), Г.К. Паринаова (2003), С.В. Пыхова (2003), В.С. Умнов (2003), Н.М. Бурмистрова (2004), К.Л. Шхацева (2005), Д.Ю. Чупин (2007), Е.А. Попкова (2009), В.Ф. Северина (2013)). Диссертационные исследования в этом направлении проводятся и за рубежом (S.A. Bailey (2009), E. Barneveld (2011) и др.).

К настоящему времени в целом определена методология продуктивного обучения, которая носит интегральный характер и включает комплекс педагогических концепций и подходов (И. Бем и И. Шнайдер, М.И. Башмаков, Е.Н. Васильева, Ф.Н. Козырев, С.В. Литвиненко, В.А. Поляков, Г.К. Селевко, С.Н. Чистякова, Н.Б. Яновская и др.). Однако их состав варьируется и пока не является завершенным решением. При этом ключевая идея всех педагогических концепций принимается практически всеми исследователями. В системе продуктивного обучения процессы традиционной передачи «готового» знания и контроля их усвоения заменены самостоятельной мотивированной практико-ориентированной деятельностью обучаемых. Результатом этой деятельности являются созданные учащимися *конкретные и социально значимые продукты*. Учебный материал интегрирован в исполняемые проекты и осваивается в процессе работы над ними.

Целью продуктивного обучения в высшей школе является подготовка «...специалиста как субъекта социально-исторического и культуросозидательного процесса, умеющего не просто вписаться в окружающий мир, но и активно действовать в нем, приобретающего в процессе обучения опыт решения различных социальных и производственных проблем» [22].

Укажем на основные достоинства PL. К ним относятся: реалистичность поставленных перед обучаемыми проблем, осознание необходимости их решения, инициатива в поиске способов выполнения проекта, исполнительская самостоятельность, ответственность за качество создаваемого продукта. Важными положительными характеристиками обучения этого типа

является естественность и демократичность взаимодействия участников образовательного процесса, в состав которых могут быть включены в числе прочих и потребители профессиональных услуг. В процессе продуктивного обучения формируются и проявляются такие составляющие самостоятельности личности, как самоопределение, самоорганизация, самодеятельность, самоконтроль, самоутверждение.

Можно отметить и некоторые недостатки PL: необходимость дополнительного учебного времени; сложность в управлении учебным процессом; значительные трудозатраты преподавателя, направленные на изучение рынка профессиональных потребностей, с удовлетворением которых может быть связана разработка проектов. Как и в случае исследовательского и проектного типов обучения, PL не обеспечивает необходимого уровня системности и прочности знаний обучаемых.

В системе профессиональной подготовки в высшей школе такой подход к обучению следует использовать в процессе преподавания отдельных учебных дисциплин, а именно тех, в которых проектная деятельность студентов является приоритетной. Это могут быть дисциплины по выбору и (или) факультативные дисциплины. Для компенсации негативных эффектов PL, в частности, с целью обеспечения системности и прочности знаний студентов при обучении такого типа, целесообразно предлагать им подготовку реферативно-аналитических работ по ключевым вопросам учебной программы дисциплины. Необходимо организовать выступления студентов по результатам этой работы. Тематику выступлений следует согласовать с содержанием этапов проектной деятельности и основными проблемами проектной работы, характерными для этих этапов. Результаты реферативно-аналитической работы должны базироваться не только на изучении первоисточников, но и на собственном опыте текущей проектной деятельности обучающихся. По завершении учебной работы по дисциплине преподавателю следует провести два-три обзорных лекционных занятия, главной задачей которых должно стать уточнение, систематизация и обобщение приобретенных студентами теоретических знаний и опыта продуктивной проектной деятельности.

Следует отметить, что в педагогических вузах организация проектной деятельности будущих учителей составляет важную часть процесса их профессиональной подготовки. Этой деятельности в системе педагогического образования начали уделять серьезное внимание в последней четверти прошлого столетия. В 1970–80-х гг. доля проектных заданий в их общем объеме составляла около 30 %. Остальные задания были связаны с изучением и конспектированием программного и дополнительного материала, подготовкой аналитических обзоров, а также отработкой методического знания (его систематизацией и обобщением, конкретизацией и т.п.) (А.В. Усова, З.А. Вологодская, Н.Н. Тулькибаева, Л.И. Рубинова и др.). В 2000-х гг. количество заданий по проектированию учебного процесса и средств обучения в системе самостоятельной работы студентов существенно возросло. Дополнительным фактором влияния на увеличение проектной работы студентов явилась информатизация системы образования. В систему проектной работы обучающихся преподаватели педвузов стали включать задания по проектированию ресурсов и объектов виртуальной образовательной среды (Т.А. Андреева, О.В. Боброва, М.Д. Даммер, А.Ф. Кавтрев, В.К. Крахоткина, А.И. Назаров, Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников, Л.А. Прояненко, Е.С. Ремизова и др.) [21]. Однако это были лишь отдельные учебные проекты, которые в большинстве случаев демонстрировали

освоение студентами лишь отдельных и наиболее простых практических умений и навыков работы в цифровой среде будущего учителя-предметника [2, с. 45].

Примером системного подхода к организации проектной работы студентов является исследование Л.А. Прояненко [16]. Автор рассматривает различные направления проектной деятельности будущих учителей физики и выделяет в итоге около двух десятков проектов, наиболее значимых для их профессиональной подготовки. Содержание этих проектов обсуждается в контексте обучения студентов самостоятельному решению *типовых профессиональных задач* (ТПЗ). Важно отметить, что часть приведенных автором ТПЗ тоже была связана с созданием обучающимися различных элементов цифровой учебной среды.

Важно отметить, что проблема определения *типовых профессиональных задач* по формированию учителем-предметником цифровой образовательной среды как самостоятельная проблема в научно-методических исследованиях пока еще не ставилась. В этом направлении в последние годы с развитием средств ИКТ стали появляться лишь работы практико-ориентированного характера по освоению педагогами цифровых ресурсов и ИКТ-инструментария, а также изложению опыта их применения в решении конкретных образовательных задач. Разработка теоретических аспектов методики обучения будущего учителя-предметника не только как пользователя ресурсов и инструментов виртуальной образовательной среды, но и разработчика ее новых учебных объектов под различные педагогические задачи – весьма актуальное и интересное направление современного педагогического поиска.

Содержание базовых ИКТ-компетенций и необходимость их формирования у педагогов были определены еще в 2011 г. в известной публикации «Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО» [19]. Согласно данным рекомендациям, преподаватели должны:

- *знать* базовые приемы работы с техническими и программными средствами (ПС), в том числе повышающими производительность труда; веб-браузер; коммуникационные ПС; средства презентационной графики и основные функции графических редакторов; приложения для решения задач управления образовательным процессом;
- *уметь* пользоваться текстовым процессором для ввода, редактирования, форматирования и распечатки текста; использовать основные возможности презентационной графики и других цифровых ресурсов; применять графические редакторы для подготовки простых изображений [19, с. 24–25].

Освоение указанных компетенций определяет *базовую технологическую грамотность* педагога и позволяет ему успешно решать следующие задачи:

- применение в учебно-воспитательном процессе готового цифрового учебного контента, представленного в современной цифровой образовательной среде;
- самостоятельная подготовка авторского цифрового учебного контента, включая частичную модификацию уже имеющихся цифровых ресурсов под свои педагогические задачи (создание текстовых документов, презентаций, плакатов, объектов инфографики; обработка видеоматериалов; реализация в виртуальной среде учебных тестов; проектирование и реализация ментальных карт; разработка игровых материалов (кроссвордов, викторин, квестов и т.п.); применение конструкторов для производства предметных сайтов и др.);

– использование различных платформ и сервисов для управления образовательным процессом и обеспечение различных видов сетевой коммуникации между участниками учебно-воспитательного процесса [10].

Представляют интерес современные исследования по выявлению уровня овладения педагогами базовыми элементами ИКТ. В частности, в работах И.И. Жоламановой [8] и В.П. Жулановой [9] отмечается, что данный уровень пока невысок, но тенденция к росту явно имеет место. Так, в рамках региональной выборки в 2017/18 учеб. году 39 % педагогов оценили себя как начинающих пользователей, в 2018/19 учеб. году этот показатель снизился до 31 %. В 2017/18 учеб. году только 8 % респондентов указали, что владеют компьютером и программным обеспечением, необходимым для профессиональной деятельности, однако в 2018/19 учеб. году их число составило уже 35 %. При этом возросла востребованность в освоении приемов работы с инфографикой, навыков проектирования и проведения вебинаров, записи и редактирования видео, создания учебного контента для дистанционных курсов [8, с. 12].

В связи с обсуждением проблемы содержания ТПЗ, связанных с созданием студентами различных элементов цифровой учебной среды, важно обратить внимание на содержание курсов повышения квалификации учителей-предметников. Значительная часть таких курсов посвящена методической подготовке педагогов к применению средств ИКТ в образовательной деятельности. Наибольшее внимание уделяется вопросам методики использования электронных образовательных ресурсов (ЭОР), образовательных сервисов сети Интернет и цифровых устройств при обучении школьников различным предметам. Курсов технологической направленности в процентном отношении существенно меньше, но они остаются весьма востребованными. Данные курсы важны как для педагогов, не имеющих профильной подготовки в области информатики информационных технологий, так и для педагогов с достаточно развитыми ИКТ-компетенциями. И это не только учителя информатики. Отличными «самоучками» в области IT, имеющими «продвинутый» уровень соответствующих компетенций, нередко являются и преподаватели гуманитарных дисциплин.

Анализ опыта проведения занятий по повышению IT-квалификации учителей показывает, что курсы как методической, так и технологической направленности в чистом виде в большинстве случаев практически не реализуются, поскольку нецелесообразны. Как правило, в рамках методических занятий, перед тем как рассмотреть различные аспекты применения средств ИКТ в учебной практике, организаторы курсов обычно уделяют внимание собственно освоению учителями навыков работы с данными средствами (чаще в режиме индивидуального запроса или группового при необходимости). На курсах технологической направленности главной задачей является собственно освоение новых средств ИКТ, с помощью которых педагоги могут проектировать и создавать оригинальные авторские образовательные ресурсы. Тем не менее в рамках таких курсов целесообразно часть занятий обязательно посвящать методическим аспектам создания и применения таких ресурсов в обучении. Именно глубокое осознание преподавателями целевого назначения, психолого-педагогических и научно-методических основ разработки ЭОР с применением осваиваемых средств ИКТ позволяет им создавать впоследствии ценные по своим образовательным функциям цифровые продукты.

Очевидно, что разработка объектов цифровой информационно-образовательной среды с учетом ее различных уровней (глобальной распределенной ИОС, ее федерального

и региональных сегментов, ИОС учебного заведения, предметных и персональных ИОС) – задача крупномасштабная. Процессы наполнения контента ИОС и развитие ее инструментария для обеспечения решения всего комплекса задач, стоящих перед системой дошкольного, общего среднего и высшего образования, являются весьма наукоемкими и трудозатратными.

Результативность этой работы определяется не только профессионализмом специальной команды разработчиков, включающих IT-специалистов, педагогов и методистов высокой квалификации, но и наличием доступных средств и технологий проектирования объектов виртуальной среды, которыми может воспользоваться самый «массовый и заинтересованный разработчик»: учитель средней школы, преподаватель вуза, педагог дополнительного образования [3]. Необходимо всемерно содействовать реализации творческого потенциала отдельных преподавателей и их коллективов, включенных в работу по проектированию новых компонентов ИОС. Важно понимать, что именно в этой среде практикующих специалистов формируются запросы на разработку конкретных ЦОР, рождаются интересные идеи и реализуются оригинальные подходы к их воплощению в форме конкретных цифровых продуктов. Основы этой творческой проектной деятельности закладываются еще в средней школе, а в высшей педагогической школе готовность студентов к такой деятельности должна стать объектом целенаправленного формирования.

В этой связи важно определить типовые профессиональные задачи по формированию учителем-предметником цифровой образовательной среды, решение которых должен освоить выпускник педагогического вуза. Поскольку в рамках настоящей статьи речь идет о продуктивном обучении, то нас интересуют задачи, связанные с созданием *учебных объектов виртуальной среды*. Каждый такой объект в условиях реализации РЛ являет собой заверченный и готовый к применению образовательный продукт.

Анализ базовых составляющих традиционной модели учебного процесса, выполненный в нашей коллективной работе [15] показывает, что проектная деятельность студентов педагогических вузов по разработке компонентов цифровой информационно-образовательной среды может быть связана с представлением в данной среде ключевых элементов содержания обучения: его *концептуальной* (знания) и *процессуальной* (виды и способы деятельности) составляющих. Другими словами, речь идет о цифровой трансформации элементов содержания обучения. Соответственно, можно говорить о двух группах *типовых профессиональных задач* проектной работы студентов этого вида. Рассмотрим кратко особенности содержания данных ТПЗ.

Практика создания виртуального прототипа концептуальной составляющей содержания обучения является в настоящее время в достаточной степени освоенной. К ее первым результатам относится создание электронных копий классических полиграфических учебников, учебных пособий и сопровождающих их дидактических материалов. Востребованными на сегодня являются и специально разработанные для цифровой среды программно-педагогические средства этого жанра, т.е. *электронные учебники* и *электронные дидактические материалы*. В их составе наряду с цифровыми учебными текстами (гипертекстами в том числе) или как приложение к ним разрабатывается широкий спектр медиаобъектов (фотоснимков, компьютерной графики, анимации, интерактивных учебных моделей). Благодаря системам навигации, технологиям гипертекста и гипермедиа, а также интерактивной функции

виртуальной среды учащиеся могут вполне самостоятельно и эффективно работать с контентом таких электронных учебных пособий.

В настоящее время являются необходимыми проектирование и создание специальных коллекций виртуальных учебных объектов для представления концептуальной составляющей предмета учения. Данные коллекции являются систематически обновляемым и пополняемым ресурсом цифровой ИОС и могут служить важным дополнением к уже представленным в данной среде электронным учебникам. Их наличие существенно обогащает педагогическую практику учителей-предметников и расширяет образовательные горизонты для обучающихся.

Разработка компонентов таких коллекций может быть определена как *первая группа ТПЗ* в области проектирования ИОС.

При разработке цифровых коллекций учебных объектов концептуального предметного знания важна реализация системного подхода. Для построения такой системы коллекций могут быть выбраны разные основания. Перечислим наиболее значимые из них.

1. Состав и структура элементов системы научного и научно-технического знания (*фактов, понятий, законов, элементов научных теорий, технических понятий*):

- коллекции виртуальных иллюстраций (рисунков, фотоснимков, видео, анимации, интерактивных моделей, аудиосопровождения);
- коллекции виртуальных учебных объектов, отражающих структуру элементов системы научного и научно-технического знания и представленных в форме: структурированных в соответствии с их обобщенными моделями схем, таблиц, графов, диаграмм, инфографики и прочего как средств визуализации различных уровней систематизации и обобщения знаний.

2. Историко-культурный аспект развития науки и технического знания (коллекции учебных материалов, включающих: *биографии выдающихся ученых, вопросы истории становления отдельных областей науки, историю фундаментальных научных открытий и историю развития техники* (в том числе ее отдельных отраслей в контексте развития соответствующей области научного знания).

3. Социально-экономический аспект развития науки и техники.

4. Гуманитарный аспект развития науки и технического знания.

5. Экологические аспекты развития науки и ее технических приложений.

Соответственно данным основаниям возможно построение цифровых коллекций различных учебных объектов (подробнее об их видовом многообразии на примере курса школьной физики см. нашу работу [1]).

Последовательная и систематическая проектная работа студентов по цифровой трансформации концептуального учебного знания приведет в итоге к созданию пространственных библиотек цифровых учебных материалов по различным школьным предметам, обеспечивающих не только предъявление насыщенных медиаиллюстрациями учебных текстов, но и необходимые условия для систематизации и обобщения знаний учащихся. Такие коллекции являются на сегодня весьма востребованными образовательными продуктами. Их содержание должно поддерживать разные линии профилирования обучения, дополнительное образование и самообразование учащихся средней школы [15, с. 31]. Будущие учителя в период их обучения

в вузе могут овладеть базовыми знаниями и умениями в построении таких коллекций, что позволит им впоследствии стать продуктивными разработчиками их контента.

Воспроизведение в виртуальном пространстве процессуальной составляющей содержания обучения – это *вторая группа ТПЗ*, связанных с проектированием цифровой образовательной среды. Задачи этого типа являются и содержательно, и с точки зрения технологии их решения более сложными.

Видовой состав коллекций цифровых учебных материалов для поддержки освоения школьниками процессуальной составляющей содержания обучения определяется системой видов учебной деятельности. Для учебного процесса по физике эта система видов в наиболее полном ее объеме представлена в работе [13].

Анализ видového разнообразия учебной деятельности позволяет говорить о большом разнообразии видов проектной работы студентов по разработке соответствующих цифровых учебных коллекций. Исходя из содержания самой общей классификации видов учебной деятельности (по источникам информации) это коллекции цифровых учебных ресурсов:

- 1) для самостоятельной работы учащихся с книгой (учебной и дополнительной литературой и ее цифровыми аналогами);
- 2) поддержки учебного эксперимента;
- 3) организации решения задач различных видов;
- 4) работы с техническими объектами и развития технического творчества учащихся;
- 5) поддержки работы со специфическими для предметной виртуальной среды объектами и инструментами);
- 6) организации игровой учебной деятельности по предмету.

Разработка коллекций цифровых ресурсов каждого вида – это целый комплекс профессионально-методических задач, которые студентам предстоит решить как в теоретическом, так и в практическом планах, включая комплекс программно-технологических и аппаратных решений. Данные коллекции должны включать специальные цифровые учебные объекты, с помощью которых в виртуальной среде моделируется разнообразная учебная деятельность. Это интерактивные модели, конструкторы, симуляторы, тренажеры, моделирующие среды.

Итак, нами определены две макрогруппы *типовых профессиональных задач* проектной работы студентов по разработке цифровых учебных объектов ИОС. Отметим, что в данной статье не ставится задача определить систему ТПЗ учителя-предметника в полном объеме.

Для реализации технологии продуктивного обучения в рамках отдельной дисциплины преподавателем выбираются конкретные виды задач из данных макрогрупп. Количество и сложность таких задач, а также их возможная комбинация определяются преподавателем, исходя из целей обучения, заявленных в программе дисциплины, объема учебных часов, отведенных на ее освоение и уровнем готовности обучаемых к самостоятельному выполнению проектной работы.

Возникает вопрос относительно технологической сложности проектных заданий для студентов. В этой связи интересно отметить публикацию Б.Е. Стариченко, в которой справедливо отмечается, что «...содержание ИКТ-подготовки должно определяться из понимания состояния современных информационных технологий, которые могут быть использованы в образовательном процессе, а также перспектив их развития» [17, с. 6]. Автор подчеркивает необходимость «...изменения содержания осуществляемой ИКТ-подготовки от

освоения отдельных (зачастую устаревших) инструментов и технологий к формированию умений создавать собственную образовательную среду, подключать нужные инструменты и при необходимости самостоятельно их осваивать. В части овладения технологиями создания учебных материалов необходимо переориентироваться на современные виды образовательных ресурсов и форматы их представления» [17, с. 13]. Добавим, что выбор таких инструментов должен осуществляться с учетом сложности их освоения и определяется в этой связи в каждом конкретном случае профилем подготовки студентов. Для студентов, изучающих информатику и информационные технологии как основной или как второй профиль обучения, данные инструменты могут быть вполне профессиональными.

Рассмотрим содержание ТПЗ и возможности организации их решения студентами в рамках стратегии продуктивного обучения на примере учебной дисциплины *«Современные технологии проектирования цифровой образовательной среды»*. В Пермском государственном гуманитарно-педагогическом университете данная дисциплина с разным (несколько модифицированным) содержанием включена в учебные планы *бакалавров*, обучающихся по профилям «Информационные технологии в образовании» (направление 090302 – «Информационные системы и технологии»), «Физика и информатика» (направление 04.03.05 – «Педагогическое образование»), и *магистрантов*, получающих профессиональную подготовку по профилю «Информационные системы и технологии в образовании и корпоративном обучении» (направление 44.04.01 – «Педагогическое образование»).

Содержательную основу реализации технологии продуктивного обучения в рамках данной дисциплины составляет проектная деятельность студентов по разработке востребованного в реальной педагогической практике конкретного образовательного продукта. При разработке программы учебной дисциплины мы ориентировались на выполнение студентами творческих проектов, связанных с решением ТПЗ обеих групп. При этом основное внимание и временные затраты на проектную деятельность студентов были связаны с задачами второй группы (проектирование *процессуальной составляющей предмета учения* в цифровой образовательной среде).

Одной из задач проектной работы студентов по данной дисциплине стала разработка цифровых аналогов натурального физического эксперимента. Выбор такого направления проектной деятельности базировался на всестороннем анализе запросов образовательной практики. Следствием такого анализа явилось понимание важности дополнения натуральных опытов их цифровыми аналогами, осознание недостаточности в цифровой среде виртуальных экспериментов, необходимых для сопровождения учебного процесса. Еще одним обстоятельством, определяющим востребованность цифровых ресурсов этого вида, явилось то, что большинство виртуальных экспериментов, представленных в открытой образовательной среде, реализованы преимущественно с использованием устаревших технологий.

Студенты, обучающиеся по указанным выше профилям, при освоении дисциплины *«Современные технологии проектирования цифровой образовательной среды»* вполне могут использовать более совершенные технологии создания интерактивных моделей виртуального эксперимента. При обучении студентов непрофильной подготовки можно использовать менее сложные уровни реализации данных моделей, ориентированных на другие дидактические задачи.

Оснований для цифровой трансформации учебного эксперимента несколько, и они не первый год обсуждаются в педагогической печати. Особенно многочисленными являются публикации в области разработки моделей такого эксперимента для естественно-научных предметов [5, 12, 13, 15, 18]. Обратим внимание только на самые общие направления применения цифрового формата организации учебного эксперимента, имеющие ярко выраженный дидактический потенциал.

1. Демонстрация видеозаписей:

- натуральных экспериментов (научных, учебных) с целью дополнения (расширения) их базового перечня новыми видами;
- природных явлений и результатов наблюдений за природными процессами;
- серий тематических опытов (экспериментов, наблюдений), которые в необходимом объеме невозможно выполнить в условиях школьной практики (результаты этих опытов используются для последующего анализа, систематизации, обобщения или объяснения на основе известных учащимся законов и теоретических представлений).

2. Применение интерактивного видео натурального учебного эксперимента с широким спектром приемов организации его просмотра и контроля усвоения содержания видеоматериала.

3. Организация работы учащихся в удаленных лабораториях натурального эксперимента с применением сервисов Интернета.

4. Демонстрация анимации и виртуальных моделей фундаментальных научных экспериментов (например, опыта Резерфорда, опыта Штерна, опыта Кулона с крутильными весами и др.), которые являются недоступными для показа в условиях школьной среды.

5. Моделирование и визуализация в виртуальной среде микрообъектов и микропроцессов, исследуемых в эксперименте.

6. Применение интерактивных моделей учебного демонстрационного эксперимента, реализованных средствами современной компьютерной графики. Акцентированная визуализация наиболее значимых элементов установки и устройства ее отдельных блоков, существенных характеристик исследуемых объектов и процессов, техники и методики постановки эксперимента, его основных результатов.

7. Использование в обучении интерактивных моделей лабораторного эксперимента как средства формирования у учащихся представлений об экспериментальном методе изучения явлений природы и отработки отдельных экспериментальных умений. Выполнение интерактивных виртуальных лабораторных работ (в классе, в домашних условиях) с целью обогащения практики подготовки учащихся в области самостоятельных экспериментальных исследований.

8. Освоение метода моделирования как метода познания. В данном контексте являются полезными для учащихся задания, связанные:

- с тестированием уже «готовых» виртуальных моделей природных процессов и экспериментальных установок для их исследования (проверка корректности работы модели);
- исследованием на «готовой» виртуальной модели закономерностей протекания явлений при различных условиях, с последующей проверкой полученных результатов в натурном эксперименте;

– самостоятельным моделированием в учебных инструментальных средах исследуемых в эксперименте процессов и объектов.

9. Применение виртуальных интерактивных экспериментальных заданий повышенной сложности как средства подготовки наиболее способных учащихся к решению нестандартных экспериментальных задач [3, с. 19–20].

Не исключены и другие направления цифровой трансформации учебного эксперимента. По каждому из указанных направлений может быть сформирован соответствующий цифровой контент, а его разработка – составить содержание проектной работы студента педагогического вуза.

Цифровые версии натурального эксперимента могут с успехом использоваться на различных этапах обучения. Они будут полезны и при объяснении нового учебного материала, и на этапе его закрепления, применяться при осуществлении контроля знаний и умений обучаемых, а также при выполнении учащимися домашней работы.

Особое место как средства обучения в структуре ИОС занимают *виртуальные лабораторные эксперименты*. Они составляют дополнительную основу организации самостоятельной работы учащихся по освоению методологии экспериментального исследования. В ходе такой работы школьники в рамках виртуальной учебной сцены упражняются в манипулировании элементами экспериментальной установки, в заполнении таблиц опытных данных, построении и исследовании графиков функциональных зависимостей, проведении расчетов и т.п. Практика применения данных моделей в учебной практике продемонстрировала их положительное влияние и на качество усвоения школьниками предметного знания, и на формирование у них целого ряда экспериментальных умений. Интерактивный характер моделей стимулирует познавательную активность учащихся, а реализация в цифровой среде не только репродуктивного, но и исследовательского подходов к выполнению экспериментальных заданий способствует развитию самостоятельности их учебной деятельности. Знания и умения, приобретенные в виртуальной среде при хорошем качестве учебных моделей, «переносятся» школьниками в среду реального учебного эксперимента. Кроме этого, школьники приобретают навыки работы собственно с виртуальными моделями, а моделирование осваивается как метод познания. При наличии учебных моделирующих сред школьники осваивают опыт самостоятельного моделирования материальных объектов и процессов [12, 14].

Рассмотрим кратко основные этапы проектной работы студентов по созданию виртуальных интерактивных моделей физического эксперимента.

Организация проектной деятельности обучающихся начинается с *обоснования необходимости* пополнения базы виртуальных моделей школьного физического эксперимента. С этой целью студентам демонстрируются примеры моделей физического эксперимента, представленные в открытом цифровой образовательной среде. Им предлагается поработать с данными моделями, дать характеристику их дидактического потенциала и возможностей применения в обучении физике, оценить достоинства и недостатки.

Затем ставится проблема совершенствования уже имеющихся и создания новых виртуальных моделей физического эксперимента, обсуждаются современные подходы

к разработке их интерфейса и технологии его реализации в виртуальной среде. Это важный этап стимулирования творческой работы студентов по выполнению проектов.

Далее студентами осуществляется *выбор проектов* для выполнения. Он может быть организован в разных вариантах. Например, возможна реализация тематического подхода. В этом случае преподавателем задается тема виртуального лабораторного практикума, а студенты самостоятельно определяют и обосновывают состав наиболее перспективных для разработки виртуальных экспериментов по данной теме. При другом варианте реализации преподаватель может выступить в роли заказчика и сам в соответствии с этой ролью определить студентам перечень моделей для разработки. Третьим вариантом является предъявление заказов от образовательных учреждений.

После выбора проектов обсуждаются и формулируются *принципы проектирования и требования его результату*. Лучше если решение этой задачи станет результатом сотворчества студентов и преподавателя. Приведем основные принципы разработки моделей виртуального физического эксперимента, определяющие востребованное на сегодня их дидактическое качество. К ним относятся:

- 1) реалистичность визуализации экспериментальной установки (исследуемого объекта, технических устройств, приборов и инструментов);
- 2) дидактически обоснованная детализация элементов экспериментальной установки;
- 3) дидактически обоснованный уровень реалистичности моделирования исследуемого в опыте физического явления и визуализация эффектов его протекания (при необходимости на макро- и микроуровнях);
- 4) реалистичный моделинг функционала экспериментальной установки;
- 5) квазиреалистичность действий учащегося с элементами экспериментальной установки и исследуемыми физическими объектами;
- 6) обеспечение высокого уровня интерактивности модели;
- 7) реализация обобщенных моделей учебной деятельности (т.е. проектирование ее симуляций с учетом обобщенных планов выполнения физического эксперимента и работы учащихся с компьютерной моделью);
- 8) наличие сопровождающих модель учебных материалов и модульный подход к их формированию с целью обеспечения завершенности цикла обучения (*усвоение, отработка, самоконтроль*) [15, с. 31].

Характеристика указанных принципов представлена в наших работах.

Важно уточнить со студентами *дидактические цели* проектируемого виртуального эксперимента. Созданные модели могут быть ориентированы на реализацию нескольких целей. Данные цели определяются, как правило, заказчиком. В частности, приоритетным дидактическим назначением лабораторных работ виртуального практикума является формирование у учащихся средствами модельного эксперимента представлений о натурном эксперименте как методе познания, отработка экспериментальных умений и навыков (конкретных, обобщенных), а также умений и навыков работы с компьютерными моделями [3, с. 20].

Итак, после обоснования необходимости создания моделей виртуального эксперимента как дополнительного средства обучения, определения состава и уточнения основных принципов разработки таких моделей с целью обеспечения востребованного в образовательной практике их

качества, выбора конкретной темы эксперимента и определения приоритетных целей его применения в обучении студенты могут приступить к проектной деятельности.

Рассмотрим *основные этапы работы над проектным заданием*.

Первый этап связан с предпроектным исследованием объекта разработки. Объектом внимания студента должны стать содержание и методика преподавания соответствующей проекту учебной темы школьного курса физики, для сопровождения которой разрабатывается интерактивная модель физического эксперимента. Студенту предстоит познакомиться с материалами школьных учебников и учебных пособий по теме проекта и проанализировать содержание данного лабораторного эксперимента, представленного в этих источниках. Рекомендуется рассмотреть различные форматы представления данного эксперимента в виртуальной среде (рисунки, фото- и видеоматериалы, анимации, модели, симуляторы, конструкторы, тренажеры).

Особое внимание уделяется поиску и анализу предшествующего опыта создания моделей конкретного учебного физического эксперимента по данной учебной теме (при его наличии). Исследуются при этом как отечественные, так и зарубежные практики разработки моделей-аналогов. Студенты ориентируются на поиск интересных идей в создании модели конкретного вида и современных технологий их реализации в виртуальной среде. При необходимости преподаватель обращает внимание студентов на некоторые наиболее важные тенденции в развитии технологий проектирования и моделирования физического эксперимента в виртуальной среде, в частности, на возросшее внимание разработчиков к учебным моделям, созданным с применением 3D-графики, а также технологий дополненной (AV) и виртуальной реальности (VR). Интересны для анализа в этой связи как отечественные, так и зарубежные разработки. В частности, для такого анализа студентам может быть предложен образовательный продукт «Образовательный комплекс по физике» компании «Увлекательная реальность», предназначенный для проведения интерактивных 3D-уроков по физике в 7–11-х классах. В рекламируемом комплексе представлены виртуальные модели по ключевым темам школьного курса физики. Это трехмерные анимации (более 70), в том числе в формате 3D-стерео, и около 30 виртуальных лабораторных работ [11]. Еще одним современным и интересным ресурсом для анализа является ресурс «Physics 3D Virtual Experiments» компании LabInApp [23]. Продукт создан в среде Unity в виде виртуальной 3D-лаборатории для проведения экспериментов по физике. Обучение естественным наукам с помощью трехмерной компьютерной графики представители этой компании относят к разряду революционных преобразований предметной ИОС. Подход к разработке продукта заключается в трех ясных позициях: Laboratoryat Your Fingertips («Лаборатория на кончиках ваших пальцев»), Learn By Doing («Учись, делая»), Anytime. Anywhere. Any Device («В любой момент. В любом месте. Любое устройство») [3, с. 25].

Однако какими бы технологически «продвинутыми» ни были отдельные модели нового поколения, следует внимательно отнестись к анализу особенностей моделей прошлых лет производства. Нередко в них заложены весьма грамотные методические идеи организации эксперимента, способы графического представления экспериментальной установки, качественные дидактические материалы для сопровождения самостоятельной работы учащихся.

Все полезное для обучения школьников и дидактически целесообразное в этих моделях не должно быть утеряно.

Принципиально важным моментом работы студентов на первом этапе является выполнение лабораторной работы проекта в ее натурном варианте. Численные характеристики работы реальной лабораторной установки будут важны впоследствии как для проектирования модели, так и для ее тестирования на корректность работы.

По итогам выполненного исследования разрабатывается концепт виртуального лабораторного эксперимента, в котором определяется основная идея его постановки (метод решения экспериментальной задачи), состав оборудования, этапы проведения и основные результаты (качественные, количественные).

Второй этап начинается с уточнения вида разрабатываемой модели эксперимента (ее фасетной формулы). Эта задача решается на основе обобщенной системы характеристик учебной модели. К ним относятся:

1) *вид модели* (по назначению): демонстрационная модель (анимационная или интерактивная), интерактивный виртуальный лабораторный эксперимент для самостоятельной работы учащихся;

2) *состав реализуемых дидактических функций* (одна преимущественная функция, полифункциональная модель);

3) *вид моделируемого эксперимента* (абстрактный, конкретный);

4) *наличие изменяемых параметров* модели (характеристик исследуемых объектов и процессов, внешних воздействий на исследуемые явления, состав приборов для экспериментальной установки);

5) *уровень интерактивности* (условно-пассивный, активно-операционный, активно-действенный, активно-деятельностный) [13, с. 360–371];

6) *тип обучающего сценария* («жесткий»; «полужесткий», допускающий некоторую свободу в выборе последовательности действий; «свободный», основанный на разнообразии состава и последовательности действий и операций пользователя с объектами модели, в том числе допускающий возможность самостоятельного конструирования установки на основе предложенного оборудования);

7) *уровень реалистичности визуализации экспериментальной установки* (обеспечение лишь принципиального сходства модели с реальной установкой; максимально реалистичный интерфейс) и *взаимодействия с ее объектами* (традиционный кнопочно-анимационный интерфейс, реализация квазиреалистичных действий пользователя в рабочем поле модели; игровые технологии взаимодействия с объектами; смешанные технологии взаимодействия);

8) *технологии управления и поддержки учебной деятельности*: меню, навигация, всплывающие подсказки, голосовое сопровождение, видеоинструкция, текст (гипертекст) с инструктивными указаниями на экране и/или печатное пособие, наличие инструментов учебной деятельности для обработки информации (автоматизация заполнения таблиц, построение графиков, «письменные принадлежности», калькулятор, виртуальный планшет и пр.);

9) *способ получения модели* (работа с «готовой» моделью, создание модели из базовых элементов на основе учебного конструктора, разработка модели «с нуля» в учебной инструментальной среде);

10) *ориентация на разные уровни самостоятельности учащихся* (вариативность уровней сложности заданий по работе с моделью и управляющих учебной деятельностью технологий: от

организации инициативной исследовательской работы до реализации пошаговых инструктивных указаний);

11) *уровень сложности учебного материала*, составляющего основу модели (общеобразовательный, углубленный);

12) *принцип проектирования учебного контента модели* (предъявление материала, его обработка, контроль или самоконтроль усвоения): поэлементный, модульный;

13) *способы и технологии графического представления*: 2D, 3D (VR) и 3D(VR)-СТЕРЕО, 3D (AR);

14) *языки и технологии программирования* (открытые профессиональные инструментальные среды и приложения; специальные учебные инструментальные среды и приложения);

15) *версии*: локальные, сетевые, мобильные, универсальные [3, с. 26].

Фасетная формула модели включает 15 ее конкретизированных характеристик. Студент формирует такую фасетную формулу, реализация которой в готовом продукте позволит ему создать либо новую модель лабораторного эксперимента (пока не представленную ни в одном авторском проекте), либо обновленную модель, имеющую очевидные конкурентные дидактические преимущества в сравнении с аналогичными моделями, уже имеющимися в открытой цифровой учебной среде.

Разработка учебной модели должна осуществляться с опорой на систему профессиональных знаний в области теории и методики учебного физического эксперимента. Это не только знание учебной темы школьного курса физики, соответствующей теме проекта. Студентам на данном этапе проектирования необходимо изучить (или повторить) содержание курса теории и методики обучения физике по следующим вопросам: 1) оборудование школьного кабинета физики; 2) требования к лабораторному и демонстрационному экспериментам; 3) содержание учебной деятельности, связанной с проведением физического эксперимента; 4) методика формирования у учащихся экспериментальных умений и навыков (конкретных, обобщенных); 5) направления и способы применения средств ИКТ при проведении эксперимента; 6) современные требования к разработке интерактивных учебных моделей; 7) методика формирования у учащихся умений и навыков работы с компьютерными моделями (конкретных, обобщенных); 8) организация учебных исследований школьников в виртуальной среде [3, с. 28]. Предварительное изучение этих вопросов позволит разработать качественный образовательный ресурс.

Т р е т и й этап работы над проектом связан с подбором прототипов моделирования – реальных учебных приборов и материалов, которые входят в состав лабораторной экспериментальной установки. Студентам необходимо изучить устройство и принцип действия каждого прибора, технические характеристики, оценить геометрические параметры и текстуру отдельных его элементов. Полезно составить каталог фотоснимков реальных приборов и материалов, входящих в состав экспериментальной установки. Это могут быть профессиональные фотоснимки, представленные в Глобальной сети, а также снимки, выполненные студентами в лаборатории школьного физического эксперимента.

На основе собранной информации принимается решение по визуализации модели экспериментальной установки: степени детализации визуального представления каждого

объекта экспериментальной установки (прибора, меры, инструмента, материала и т.п.), их относительному расположению на лабораторном столе, выбору цветовой гаммы и цветовых контрастов. Важно воспроизвести в модели существенные черты внешнего вида каждого объекта, а при необходимости и детали его устройства. Модель не должна быть предметом фантазии разработчика, а визуализация прибора в виртуальной среде должна соответствовать его реальному внешнему виду. Несущественные детали объектов при моделировании можно исключить или упростить.

На этом этапе уточняются интерактивные элементы приборов (например, стрелка амперметра, пружина динамометра, лепестки электроскопа и пр.). В ряде случаев интерактивным является объект в целом (например, брусок можно переместить на наклонную плоскость; можно изменить угол наклона плоскости, приподняв верхний ее конец). Интерактивные элементы экспериментальной установки определяют ее функционал. Их состав формируется в строгом соответствии с содержанием работы учащегося над лабораторным заданием.

В рамках данного этапа разработки проекта определяется прототип виртуальной учебной лаборатории, в которой учащиеся будут проводить эксперимент. При проектировании модели такой лаборатории некоторый «полет фантазии» вполне допустим. Студент формирует небольшой каталог фотоснимков реальных учебных лабораторий и их отдельных зон (рабочее место учителя, рабочее место учащегося, демонстрационный стол, доска, портреты ученых и т.п.).

Ч е т в е р т ы й э т а п работы связан с выбором инструментальных сред разработки модели. На современном этапе развития средств моделирования и языков программирования этот выбор является весьма широким.

В рамках рассматриваемой в данной статье учебной дисциплины студентами разрабатываются виртуальные 3D-модели экспериментальных установок. С этой целью используются различные редакторы. К числу наиболее популярных 3D-редакторов относится Blender – профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трехмерной компьютерной графики и анимации. Выбор редактора осуществляется студентами. Организуется при необходимости самостоятельная работа студентов по освоению его функционала.

Интерактивный функционал модели лабораторной работы может быть реализован на программном уровне с помощью языков программирования (Java, C/C++, C# и др.). В ряде случаев возможно применение сред разработки компьютерных игр, например, среды Unity. Однако при выборе данной среды в качестве инструмента следует помнить, что она не вполне корректно поддерживает «физику» движения и взаимодействия виртуальных объектов учебной сцены. При выборе Unity как среды разработки исправление этого недочета требует от студентов дополнительных профессиональных усилий.

Еще одним инструментом реализации интерактивного функционала компьютерных моделей является среда Juniverse (продукт Лаборатории ЦОР и педагогического проектирования ПГГПУ). Среда предназначена для реализации интерактивных трехмерных сцен. Функционал среды специально ориентирован на создание трехмерных моделей учебных объектов по физике. Присутствие и действия пользователя в пространстве учебной сцены реализованы от первого

лица по принципам современных RPG (Role Playing Game). Пользователь может перемещаться по сцене, осматриваться вокруг и взаимодействовать с ее объектами.

Работа студентов в среде Juniverse строится в двух направлениях, отличающихся сложностью решаемых задач: 1) корректировка, совершенствование, а также в ряде случаев разработка новых функциональных модулей данной среды; 2) применение готовых модулей среды под текущие задачи моделирования интерактивного учебного объекта. При реализации второго направления возможна реализация как имитационного подхода к реализации работы модели, так и аналитического.

Специальный язык JuniversScript позволяет обрабатывать интерактивные взаимодействия пользователя с трехмерными объектами (клик клавишей мыши, нажатие на кнопку при наведении на объект и др.), управлять параметрами объектов (положение на сцене, вид движения, скорости перемещения и др.). В среде имеется инструмент, который позволяет сконфигурировать работу специального объекта – «виртуального планшета». Данный инструмент обеспечивает вывод на экран информации, поддерживающей работу пользователя с объектами сцены. Это могут быть инструктивные указания к проведению эксперимента, таблицы для записи результатов опыта, координатные плоскости для построения графиков, тесты для самоконтроля и т.п.). Реализована функция последующей проверки введенных пользователем данных.

При выполнении индивидуальных проектов выбор инструментария может быть оставлен за студентом. В случае подготовки коллективного проекта (например, создания виртуального интерактивного лабораторного практикума) используются единые для всех студентов инструменты моделирования.

Освоению технологии работы с данными инструментальными средами посвящаются отдельные занятия (при необходимости) и отводится значительная часть времени самостоятельной работы студентов.

П я т ы й э т а п работы – это этап проектирования интерфейса модели, включая дизайн ее рабочего поля. Определяется тип интерфейса: процедурно-ориентированный, объектно ориентированный или смешанный. При разработке интерфейса моделей физического эксперимента студентам предлагается использовать объектно ориентированные интерфейсы (т.е. прямого манипулирования), а также в ряде случаев смешанные.

Спектр возможностей элементов интерфейса модели определяется используемыми для его разработки технологиями, а реализация заложенного в модель дидактического потенциала – совокупностью взятых на вооружение автором-разработчиком принципов ее создания.

Основное требование к проектированию интерфейса модели – обеспечение в полном объеме ее функционала и юзабилити (удобства и простоты использования). К характеристикам юзабилити относятся: интуитивно понятный интерфейс, соответствие его функционала поставленным перед пользователем задачам, наличие необходимой для их решения информации, обеспечение простоты управления объектами рабочей сцены, ее дополнительные удобные в применении функциональные элементы, удовлетворяющая визуальные потребности эстетика учебной сцены, скорость работы приложения и защищенность от возможных ошибок в его использовании.

Отличительными признаками моделей лабораторных экспериментов, разрабатываемых в рамках рассматриваемой дисциплины, являются *максимально реалистичный интерфейс*, обеспечивающий качественную визуализацию лабораторного оборудования, и *квазиреалистичность действий учащихся* с лабораторной установкой, а также с другими (вспомогательными) учебными объектами и принадлежностями учебной сцены (виртуальный планшет с дидактическими материалами, калькулятор и пр.). Манипуляции в рабочем поле модели осуществляются преимущественно с применением технологии drag&drop. Реализуется система всплывающих подсказок, направляющих эти манипуляции и предоставляющих пользователю дополнительную информацию.

Разработка интерфейса модели лабораторного эксперимента должна осуществляться с учетом содержания соответствующей модели учебной деятельности. Ее структура представлена в методической науке обобщенным планом эксперимента как метода познания [20]. Такой подход к проектированию интерфейса обеспечивает методологически грамотную работу учащихся с виртуальными симуляторами физического эксперимента и будет способствовать формированию у них обобщенных умений в проведении физических опытов.

При выполнении проекта студенты ориентированы на разработку виртуальных моделей эксперимента с достаточно высоким уровнем интерактивности [13, с. 360–371]. Такие модели могут допускать как простые сценарные решения (работа по инструкции), так и самостоятельное планирование учащимися цели и хода эксперимента. Самостоятельность обеспечивается выбором объектов исследования и его условий, разнообразием действий пользователя с объектами, наличием переменных параметров модели. Чем шире диапазоны изменения данных параметров, тем более реалистичными и менее предсказуемыми становятся для учащихся и процесс исследования, и его результат.

Грамотные интерфейсные решения и высокий уровень интерактивности виртуальных моделей лабораторных экспериментов, возможность выполнения самостоятельного исследования модели обеспечивают, как правило, впоследствии бесконфликтный «перенос» действий, отработанных в виртуальной среде, в реальную среду школьной лаборатории.

Шестой этап работы связан собственно с реализацией проекта в виртуальной среде. Студенты, используя соответствующий инструментарий, создают трехмерную модель учебной лаборатории, осуществляют моделирование 3D-объектов лабораторной установки, выполняют сборку модели установки на виртуальном столе (рис. 1, 2).

Далее разрабатывается интерактивный функционал модели и реализуются различные эффекты анимации (протекание явлений, микроуровень их визуализации, выделение активных элементов установки, всплывающие подсказки и др.).

На этом же этапе создается дидактический информационный блок модели для сопровождения работы учащихся с виртуальной лабораторной установкой. В состав этого блока входят иллюстрированные учебные тексты, загруженные в виртуальный планшет. Это тексты следующего содержания:

- теоретический материал;
- исторические сведения;
- интерактивная рабочая тетрадь с инструктивными указаниями к работе с моделью;
- образец отчета о выполнении лабораторной работы (для самоконтроля);
- интерактивный тест для самопроверки;
- информация по управлению моделью.

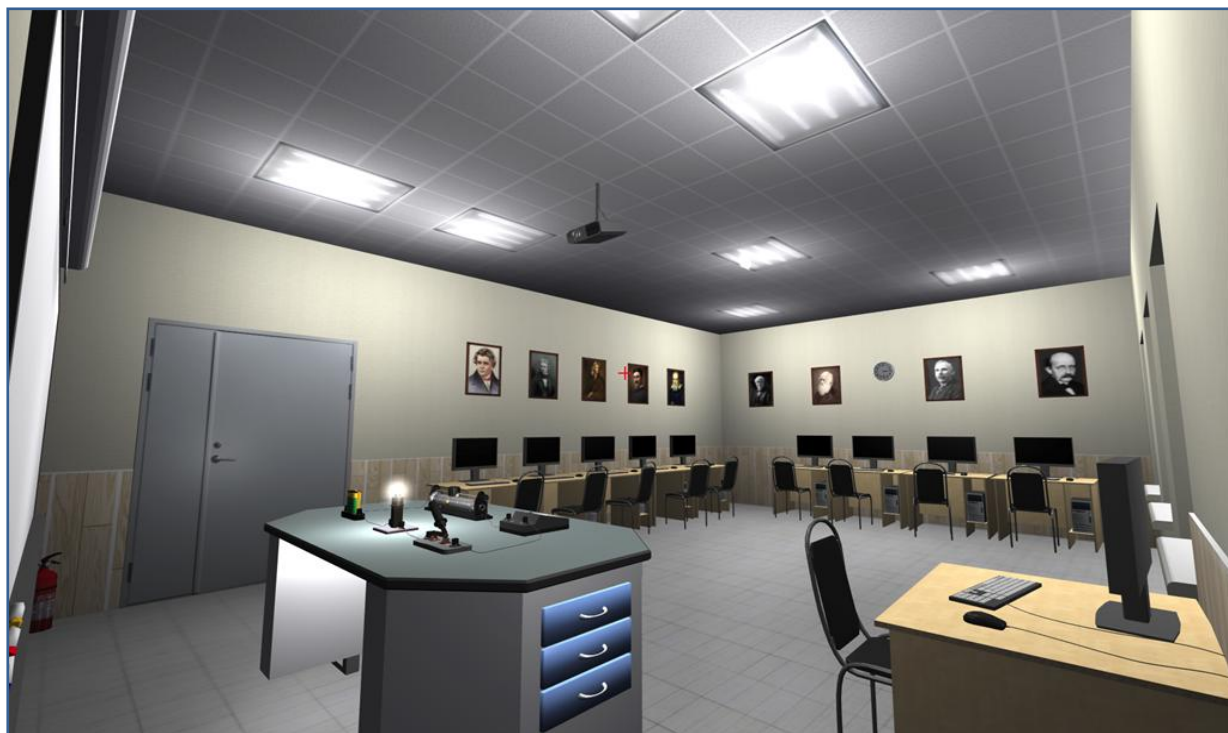


Рис. 1. Модель учебной лаборатории (проект студента А. Ярушина, ПГГПУ, выпуск, 2018 г.)

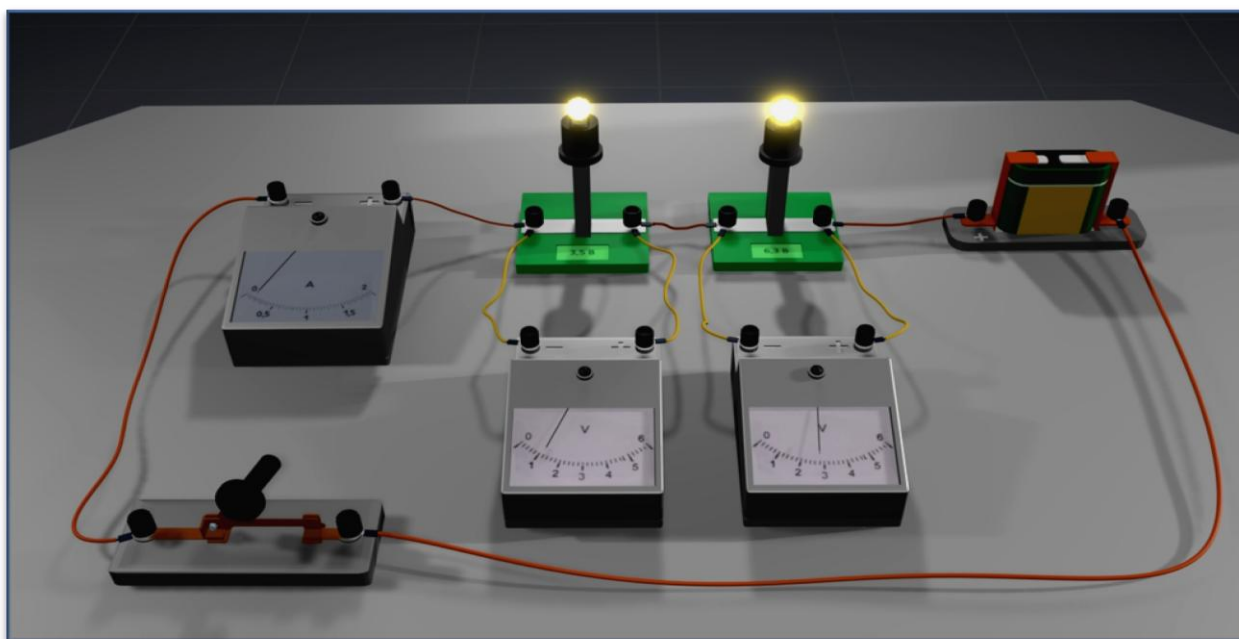


Рис. 2. Модель лабораторного физического эксперимента «Измерение напряжения на различных участках цепи» (проект студента В.Гришина, ПГГПУ, выпуск, 2019 г.)

Подготовка комплекта таких дидактических материалов является примером реализации модульного подхода к разработке моделей виртуального эксперимента. Отличительной особенностью комплекта материалов является обеспечение завершенного цикла обучения: предъявление учебной информации, отработка и закрепление знаний и умений обучаемых, самоконтроль.

Формат представления дидактических материалов может быть различным, например: вывод окна с соответствующим учебным текстом, моделирование интерактивной рабочей тетради с листанием ее страниц. В нашем случае была создана модель планшета, который располагался на рабочем столе рядом с экспериментальной установкой. Идея работы учащегося с дидактическими материалами, загруженными в виртуальный планшет, является вполне продуктивной. Школьники, работая с привычной для них системой навигации данного дидактического приложения, получают всю необходимую учебную информацию (рис. 3).

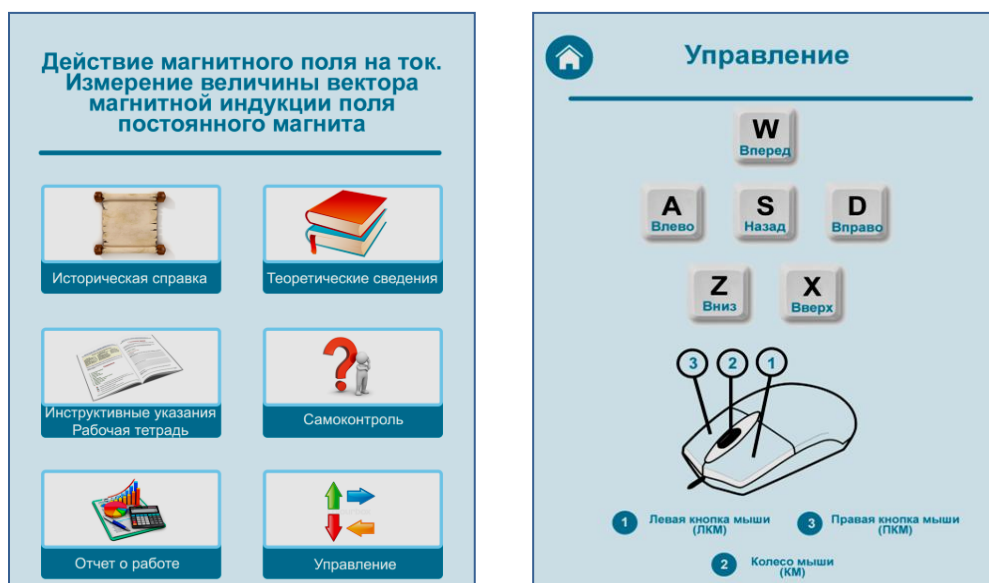
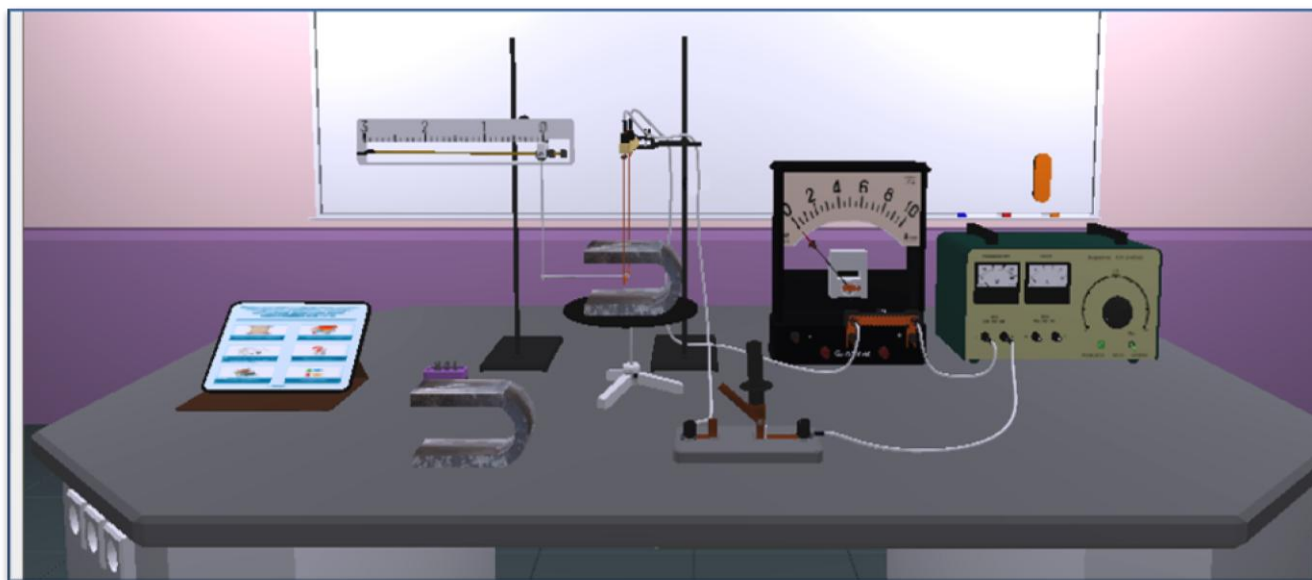


Рис. 3. Модель «Измерение модуля вектора магнитной индукции поля постоянного магнита». Работа с виртуальным планшетом (проект студента Н. Рычагова, ПГГПУ, выпуск, 2018 г.)

Наиболее активно из всех дидактических материалов при проведении эксперимента используется *виртуальная рабочая тетрадь*. В ней наряду с инструктивными указаниями представлены поля ввода информации, которую учащиеся добывают в ходе эксперимента. Осуществляется ввод отдельных значений физических величин, проводится оценка точности

измерений, заполняются таблицы, строятся при необходимости графики функциональных зависимостей. По результатам анализа полученных в виртуальном эксперименте данных формулируются выводы. Тексты выводов вносятся в соответствующие поля. Система проверяет правильность введения учащимися численных значений физических величин. По окончании работы автоматически формируется отчет о выполнении лабораторного задания. Учащийся может сравнить свой отчет с образцом и выявить имеющиеся в подготовленном им отчете недостатки. Возможно их устранение.

Разработка цифровых дидактических материалов относится преимущественно к ТПЗ первой группы.

С е д ь м о й э т а п работы студентов (заключительный) связан с тестированием и экспертной оценкой разработанной модели. Первоначально целесообразно провести тестирование разработанных моделей в студенческой группе. Контролируется функционал модели, корректность ее работы, дизайн и юзабилити, дидактическое сопровождение, оценивается реализация заявленной фасетной формулы. По завершении коллективной экспертизы модель дорабатывается и предъявляется потребителю для апробации. Внешняя экспертиза моделей может проводиться на базе предметных методических объединений учителей физики, а также отдельными преподавателями. При необходимости осуществляется «доводка» модели согласно пожеланиям потребителя.

Защита проекта – завершающая стадия заключительного этапа обучения. К защите студентом готовится презентация проекта, его оформление в виде завершено образовательного продукта и сопроводительная документация.

Если студенты выполняли проекты по единой теме, то в итоге может быть создан коллективный продукт. Так, например, в случае разработки каждым студентом учебного модуля с входящим в его структуру виртуальным физическим экспериментом все подготовленные модули могут быть включены в интерактивную предметную образовательную систему «Виртуальный лабораторный практикум по физике» (рис.2). Возможно создание серии виртуальных интерактивных демонстрационных физических экспериментов (рис. 4).

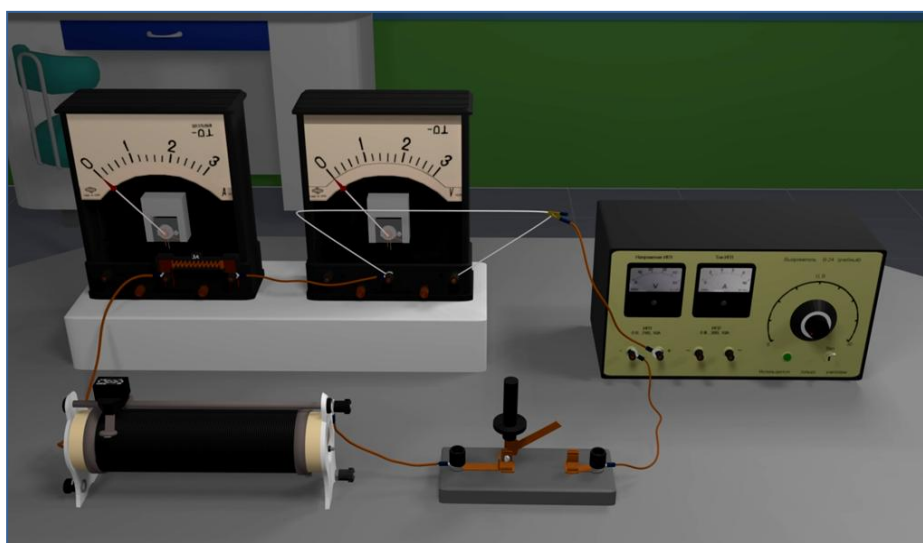


Рис. 4. Модель демонстрационного эксперимента «Расширение пределов измерения электроизмерительных приборов. Подбор шунта к амперметру» (проект студента В. Гришина, ПГГПУ, выпуск, 2019 г.)

В завершение изучения дисциплины, как уже отмечалось, целесообразно прочтение ряда лекций, целью которых является уточнение, систематизация и обобщение знаний студентов по вопросам теории и практики разработки учебных объектов цифровой образовательной среды (в том числе на примере разработки интерактивных моделей лабораторного физического эксперимента).

Анализ результатов опытно-поисковой работы по реализации технологии продуктивного обучения бакалавров различных профилей подготовки и магистрантов на примере дисциплины «Современные технологии проектирования цифровой образовательной среды» позволяет сделать заключение о ее достаточной результативности. Методические знания студентов, «пропущенные» через индивидуальные проекты, приобретают иное, более высокое, качество. В итоге студенты демонстрируют более глубокие знания фактического материала по соответствующей теме школьного курса физики. Существенно выше становится уровень их методической работы при постановке натурального демонстрационного эксперимента и применении в обучении его виртуальной симуляции.

Возрастает уровень самостоятельности учебной работы студентов во всех ее видовых проявлениях. Наличие инициативных проектов студентов свидетельствовало о становлении самостоятельности деятельности, базирующейся на устойчивой профессиональной мотивации. Обнаружили себя в явном виде такие достоинства продуктивного обучения, как самоорганизация, самоконтроль, самоутверждение и самоопределение, закрепление профессиональных интересов, осознание значимости выбранной профессии. Проекты, подготовленные студентами, вошли в состав их творческого портфолио. Работа студентов в более широкой образовательной среде способствовала интеграции академического, общекультурного и профессионального образования.



Список цитируемых источников

1. Антонова Д.А. Подготовка будущих учителей физики к разработке авторских коллекций дидактических материалов по предмету в условиях применения средств ИКТ // Вестник ПГГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГГПУ, 2011. – Вып. 7. – С. 4–14.
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. Антонова Д.А., Оспенникова Е.В., Спирин Е.В. Цифровая трансформация системы образования. Проектирование ресурсов для современной цифровой учебной среды как одно из ее основных направлений // Вестник ПГГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГГПУ, 2018. – Вып. 14. – С. 5–37.
4. Башмаков М.И. Что такое продуктивное обучение? // Школьные технологии. – 2000. – № 4. – С. 1–12.

5. Баяндин Д.В. Дидактические аспекты применения интерактивных компьютерных технологий в лабораторном практикуме // Образовательные технологии и общество. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 511–533.

6. Бем И., Шнайдер Й. Продуктивное обучение: слагаемые системы // Школьные технологии. – 1999. – № 4; Новые ценности образования. – 1999. – № 9. – С. 59–70: [совмест. вып. журн.].

7. Вертгеймер М. Продуктивное мышление / пер. с англ., общ. ред. С.Ф. Габова, В.П. Зинченко. – М.: Прогресс, 1987. – 333 с.

8. Жоламанова И.И. Информационная компетентность педагогических работников [Электронный ресурс] // Цифровая образовательная среда: новые компетенции педагога: сб. материалов участников конф. – СПб.: Междунар. образоват. проекты, 2019. – URL: <https://portalsga.ru/data/3425.pdf> (дата обращения: 12.11.20).

9. Жуланова В.П. Подготовка педагогов к работе в условиях цифровой образовательной среды [Электронный ресурс] // Цифровая образовательная среда: новые компетенции педагога: сб. материалов участников конф. – СПб.: Междунар. образоват. проекты, 2019. – URL: <https://portalsga.ru/data/3425.pdf> (дата обращения: 12.11.20).

10. Компьютерная грамотность педагога: какие цифровые компетенции требуются современному учителю? [Электронный ресурс]. – URL: <https://education.yandex.ru/teacher/posts/kompyuternaya-gramotnost-pedagoga-kakie-tsifrovye-kompetentsii-trebuyutsya-sovremennomu-uchitelyu> (дата обращения: 12.11.20).

11. Образовательный комплекс по физике компании «Увлекательная реальность» [Электронный ресурс]. – URL: <https://funreality.ru/lp/physic/?yclid=7373286672063541308> (дата обращения: 19.11.2020).

12. Оспенников Н.А., Оспенникова Е.В. Виды компьютерных моделей и направления использования в обучении физике // Вестник Том. гос. пед. ун-та. – 2010. – № 4. – С. 118–124.

13. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: метод. пособие. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.

14. Оспенникова Е.В. Методологическая функция виртуального лабораторного эксперимента // Информатика и образование. – 2002. – № 11. – С. 83–89.

15. Оспенникова Е.В., Антонова Д.А. Цифровая трансформация предметной среды обучения: исторический экскурс и современный этап реализации // Проблемы современного естественно-научного и математического образования: коллектив. моногр. / Е.П. Антипова, Д.А. Антонова, В.В. Артемьева и др.; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2019. – С. 28–65.

16. Прояненкова Л.А. Методическая подготовка будущих учителей к решению типовых задач организации учебно-воспитательного процесса по физике: проблема, концепция, модель: моногр. – М.: Карпов Е.В., 2009. – 160 с.

17. Стариченко Б.Е. Профессиональный стандарт и ИКТ-компетенции педагога // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7 – С. 6–16.

18. Старовиков М.И. Становление исследовательской деятельности школьников в курсе физики в условиях информатизации обучения: моногр. – Барнаул: Барнаул. гос. пед. ун-т, 2006. – 318 с.

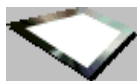
19. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. – URL: <https://iite.unesco.org/pics/publications/ru/files/3214694.pdf> (дата обращения: 12.10.20).

20. Теория и методика обучения физике в средней школе. Избранные вопросы. Школьный физический эксперимент в условиях современной информационно-образовательной среды: учеб.-метод. пособие / Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников, Д.А. Антонова, А.А. Оспенников; под общ. ред. Е.В. Оспенниковой; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2013. – 368 с.

21. Цифровые образовательные ресурсы в школе: методика использования. Естествознание: сб. учеб.-метод. материалов для пед. вузов / сост. Н.П. Безрукова, А. С. Звягина, Е.В. Оспенникова; под общ. ред. Е.В. Оспенниковой. – М.: Университ. книга, 2008. – 480 с.

22. Чамина О.Г. Продуктивное обучение: потенциал развития в высшей школе [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22454> (дата обращения: 20.07.2020).

23. LabInApp «Physics 3D Virtual Experiments» [Электронный ресурс]. – URL: <http://labinapp.com/> (дата обращения: 17.11.2020).



УДК 53 (07): 004

*М.Д. Бузмаков, И.В. Ильин,
Е.В. Оспенникова*

ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ТРЕХМЕРНОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Рассматриваются вопросы создания виртуальных лабораторных работ по ряду школьных предметов (физика, химия, информатика) для средней общеобразовательной школы. Виртуальные учебные модели выполнены в среде Unity с помощью объектно-ориентированного языка C# и среде JUniverse с применением языка Java. Обеспечены высокий уровень интерактивности моделей и квазиреалистичность действий пользователя с объектами учебной сцены. Для самостоятельной работы учащихся в виртуальной среде подготовлены специальные модули, включающие интерактивные дидактические материалы (теоретические сведения, инструктивные указания, задания для проверки знаний и умений). Созданные виртуальные лабораторные работы являются полезным дополнением к традиционным лабораторным занятиям по школьным предметам.

К л ю ч е в ы е с л о в а : цифровые образовательные ресурсы, виртуальные лабораторные работы.

Введение. Всего лишь поколение назад к электронным вычислительным машинам относились как к особому высокотехнологичному инструменту, предназначенному только для узкого круга специалистов. В настоящее время компьютерная техника стала неотъемлемой частью жизни современного общества. Она широко используется как для работы, так и для организации досуга пользователей. Уже на ранних этапах жизни ребенок вполне успешно овладевает основными принципами взаимодействия с интерфейсом различных программ и приложений, установленных на его компьютере или мобильном устройстве. Благодаря этому учителя начальной школы без особых проблем могут использовать приобретенные детьми еще в дошкольном возрасте умения и навыки работы с компьютерной техникой и ее программным обеспечением.

С развитием компьютерных технологий открываются новые возможности в разработке и применении в обучении цифровых образовательных ресурсов и средств дистанционной коммуникации. Реализация этих возможностей заложена в федеральных проектах «Современная школа» и «Цифровая образовательная среда», которые входят в национальный проект «Образование». Данные проекты направлены на масштабную модернизацию образовательного процесса, в том числе с помощью современных компьютерных технологий [4].

В рамках проекта «Цифровая школа» (2018–2025 гг.) поставлена цель создания цифровой образовательной инфраструктуры для сопровождения различных видов учебной работы школьников. Планируется разработка цифровой платформы и информационного ресурса

«Цифровая школа», которые обеспечат возможность интеграции и использования уже представленных на информационном рынке электронных журналов и дневников. Ставится задача создания специального программного обеспечения с открытыми исходными кодами, гарантирующего необходимое качество онлайн-обучения, достоверную оценку его результатов, включая контроль прохождения процедуры оценки, а также передачу достоверных результатов обучения в электронные информационно-образовательные среды вузов. На базе данной программной среды будут реализованы системы тестирования, созданы симуляторы, тренажеры, виртуальные лаборатории и интерактивные игровые ресурсы, станут возможными организация проектной работы и «посещение» виртуальных экскурсий, различные виды коммуникации между обучающимися, а также онлайн-трансляции образовательных мероприятий (турниров, состязаний, олимпиад и т.п.). Будет выполнен перевод содержания учебников и дополнительных материалов для школьных занятий в электронную форму, созданы онлайн-курсы по различным предметам, в том числе для дополнительного образования. Школьникам будет обеспечен свободный доступ к контенту цифровой образовательной среды, в том числе через мобильные устройства, для активной самостоятельной работы над содержанием учебного материала [1]. Решение этих задач обеспечит возможность построения для учащихся в цифровой образовательной среде индивидуальных траекторий обучения. Согласно проекту, средствами данной среды будет реализован учет индивидуально-психологических особенностей учащихся и их готовность к обучению.

Большую ценность для сферы образования представляют интерактивные цифровые образовательные ресурсы (ЦОР), среди которых особое место занимают виртуальные лабораторные работы. В таких работах моделируются различные виды учебной деятельности, раскрывается ее содержание, отрабатываются умения и навыки выполнения входящих в нее действий и операций.

Понятие «виртуальная лабораторная работа». Методологическими вопросами внедрения средств ИКТ в образовательную практику занимаются многие известные педагоги и методисты: С.А. Бешенков, М.П. Лапчик, Н.В. Макарова, Е.В. Оспенникова, Ю.А. Первин, И.В. Роберт, И.Г. Семакин, Д.Ш. Матрос, Н.И. Пак и др. Авторы подчеркивают важность применения в виртуальной среде интерактивных методов обучения, обращают внимание в этой связи на дидактическую ценность работы с компьютерными моделями, подчеркивают необходимость наращивания их функционала, активизирующего деятельность обучающихся.

Компьютерные модели учебных объектов составляют основу организации виртуальных лабораторных работ. Ряд авторов исследуют суть, назначение, а также методику применения данного средства, относительно нового для современного образовательного процесса.

В трактовке Д.И. Троицкого и Е.Е. Диковой, содержание понятия *виртуальная лабораторная работа* связывается с «...интерактивными компьютерными программными средствами, созданными на основе лабораторных работ и имитирующими всю работу с реальными установками и физическими приборами» [9, с. 122]. По мнению Ю.Ю. Гавронской и В.В. Алексеева, под данным понятием подразумевается «...комплексный ресурс, который включает: 1) собственно виртуальную лабораторию как компьютерную программу, моделирующую основные этапы выполнения лабораторной работы; 2) набор виртуальных

реактивов и оборудования; 3) методические указания, содержащие теоретические сведения, конкретные задания, порядок выполнения работы, требования к отчету» [3, с. 80].

Е.М. Князева выделяет учебные ситуации, при которых возникает необходимость применения виртуальных лабораторных работ. Такие работы могут использоваться: 1) в качестве замены реального эксперимента при дистанционном обучении; 2) как альтернатива слишком дорогим, опасным, требующим много места, а также слишком продолжительным или скоротечным опытам; 3) в качестве тренажера перед проведением реального эксперимента, что позволит учащимся познакомиться с основными принципами работы лабораторной установки, типичными ошибками, которые могут быть допущены в ходе эксперимента, а также приобрести необходимые навыки работы с комплексным оборудованием [5]. Однако при всех достоинствах виртуальных лабораторных работ, используемых в учебном процессе, как справедливо отмечает большинство авторов (И.К. Азизов, Д.А. Антонова, И.Ж. Гергова, М.А. Коцева, Е.В. Оспенникова, Е.Ф. Фалина, А.Х. Ципинова, Э.Х. Шериева и др.), нельзя полностью отказываться от натурного эксперимента и практики работы обучающихся с реальным оборудованием [1, 2, 7, 8, 10].

Инструменты разработки виртуальных лабораторных работ. На сегодняшний день выделяют множество сред для создания виртуальных миров. Для этого используются «игровые движки» Unity, Unreal Engine, CryEngine, Godot, Blitz3D и др. Программная реализация моделей лабораторных работ может быть выполнена на различных языках программирования, таких как C/C++, C#, Java и др. До недавнего времени активно использовалась среда разработки Adobe Flash с языком программирования ActionScript 2.0/3.0, позволяющая создавать весьма качественные двухмерные компьютерные модели. Но на сегодняшний день с приходом инструментов спецификации HTML5 эта технология уходит в прошлое.

В рамках настоящей статьи рассматривается программная реализация виртуальных лабораторных работ в среде Unity. Данная среда благодаря широким возможностям визуального редактирования учебных сцен и их наполнения различными объектами позволяет разработчикам эффективно работать с графикой, звуком, анимацией, а также со сценариями различной сложности. В Unity можно создавать как 2D-, так и 3D-приложения учебного назначения.

В настоящее время особый интерес представляет применение в обучении трехмерных лабораторных работ. Из преимуществ учебных 3D-приложений можно выделить возможность свободного обзора объектов в рамках сцены, перемещение персонажа по сцене, в том числе приближение к объекту для его более детального изучения. Трехмерные модели объектов сцены могут быть включены в отдельный каталог и использованы впоследствии при создании виртуальных моделей новых лабораторных экспериментов.

Среда Unity позволяет создавать приложения, работающие под разными операционными системами и на различных типах устройств (компьютеры, игровые консоли, смартфоны и т.д.). Программная реализация, как правило, выполняется на C#. Редактор данной среды включает эффективные инструменты для создания анимации. Реализована в некоторой мере поддержка физики твердых тел. Однако как среда разработки компьютерных игр Unity имеет недостатки, которые проявляют себя при проектировании интерактивных моделей физических экспериментов.

Еще одним инструментом разработки компьютерных моделей является среда Juniverse (продукт Лаборатории ЦОР и педагогического проектирования ПГТПУ). Среда обеспечивает визуализацию 3D-моделей учебных объектов и реализацию их интерактивного функционала. Программные модули среды предназначены для создания трехмерных интерактивных учебных объектов по физике. Разработка собственно трехмерных объектов к функционалу среды не относится и реализуется в специальных 3D-редакторах [1, 8].

Примеры виртуальных демонстрационных экспериментов и лабораторных экспериментов для средней школы. На образовательных сайтах сети Интернет представлены виртуальные лабораторные работы по физике, химии, информатике и другим учебным предметам. Наибольшее их количество разработано для учебного процесса по физике. Виртуальных лабораторных экспериментов по химии значительно меньше. Весьма ограничены по количеству в виртуальной среде лабораторные работы по информатике.

Пока еще недостаточным является уровень интерактивности заданий, которые учащиеся могут выполнять на виртуальных лабораторных установках. Преимущественно реализован кнопочно-анимационный подход к проектированию учебного интерфейса (при нажатии на соответствующую кнопку рабочего окна модели воспроизводится исследуемый в виртуальной среде анимационный эффект). Однако в последние годы при создании виртуальных моделей разработчики стали достаточно активно использовать технологию drag&drop, позволяющую пользователю чувствовать себя более свободно в пространстве учебной сцены и совершать некоторые произвольные (квазиреалистичные) действия с учебными объектами [1, 8].

Химия. Виртуальные лабораторные и демонстрационные эксперименты по химии относятся к тем экспериментам, необходимость разработки и проведения которых не требует особого доказательства.

Рассмотрим примеры отдельных виртуальных лабораторных работ по химии, представленных на открытых образовательных ресурсах Интернета.

Представляет интерес виртуальный эксперимент в составе ресурса VirtuLab по теме «Химические индикаторы» (8-й класс). Это лабораторная работа «Определение характера среды раствора с помощью универсального индикатора» (рис. 1). Процесс проведения эксперимента по данной теме сводится к выбору и нажатию на стеклянные палочки, помещенные в пробирки с разными растворами. После такого нажатия раствор с помощью палочки наносится на полоски индикаторной бумаги (в виде анимации). По изменению цвета индикатора определяется вид среды (раствора).

Как тренажер данная модель весьма полезна. Однако если рассматривать эту модель как средство для проведения виртуальной лабораторной работы, то следует отметить некоторые ее недостатки. Во-первых, при проведении опыта используется только один универсальный индикатор. Количество индикаторов может быть увеличено. Как известно, помимо этого индикатора в школьных химических лабораториях широко распространен раствор порошка метилоранжа. Во-вторых, положение пробирок на столе с исследуемыми растворами при перезапуске виртуального эксперимента всегда остается одним и тем же, как и положение строк в таблице, в которой пользователь выбирает вариант ответа на задание к лабораторной работе (рис. 2). После нескольких попыток такого выбора учащийся путем

простого перебора вариантов может легко найти все верные решения, а сам лабораторный эксперимент осваивать для этого необязательно. В-третьих, заполнение таблицы результатов по эксперименту не поддерживается системой подсказок о совершении пользователем неверных действий, а также разъяснениями допущенных ошибок. Это приводит к тому, что учащийся в итоге далеко не всегда однозначно уяснит содержание опыта и суть допущенных ошибок при его выполнении.

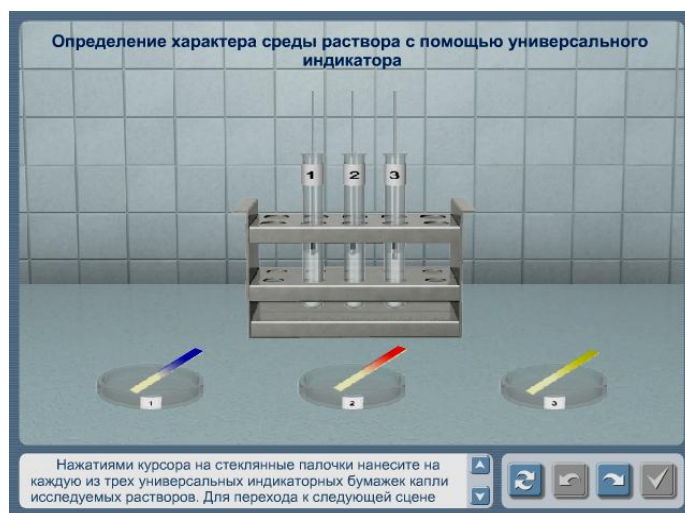


Рис. 1. Модель «Определение характера среды раствора с помощью универсального индикатора». Виртуальная лаборатория VirtuLab [6]



Рис. 2. Определение вида раствора. Виртуальная лаборатория VirtuLab [6]

Еще одним примером разработки виртуальных экспериментов по химии являются решения компании LabInApp. В перечень доступных для использования предложений этой компании входят интерактивные задачи по химии. В ресурсе по отдельным учебным темам представлены демонстрационные видеоролики и виртуальные эксперименты. Эксперименты выполнены в 3D-версии. Рассмотрим некоторые общие особенности реализации этих экспериментов в виртуальной среде (рис. 3).

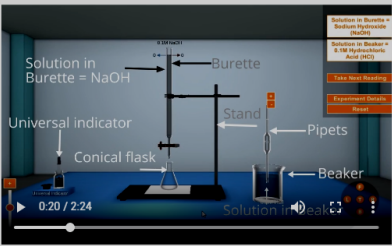
После нажатия на кнопку Experiment на экране в центре виртуальной учебной аудитории появляется трехмерная сцена с лабораторным столом. На столе располагаются приборы и реактивы для изучения конкретных химических реакций. Для некоторых опытов реализовано управление скоростью воспроизведения химической реакции. Это сделано для наблюдения за ходом эксперимента в удобном для пользователя темпе. Условия проведения опыта и визуальные подсказки настраиваются на панели в правом верхнем углу рабочего окна. Кнопка Experiment Details открывает локальную html-страницу с тремя вкладками (рис. 3). Во вкладке Procedure содержится видеодемонстрация хода опыта и пошаговая инструкция к его проведению. Вкладка Observation предназначена для выполнения пользователем заметок по ходу опыта. На основе анализа этих заметок формулируются выводы по результатам опыта. Вкладка Viva включает тест по содержанию выполненного эксперимента. После прохождения теста на экране отображается количество правильных ответов пользователя. Показывается, на какие вопросы теста был дан верный ответ.

Change of pH During Titration

Procedure Observation Viva

AIM
To study the change in pH during the titration of a strong acid with a strong base by using universal indicator.

DEMO VIDEO



PROCEDURE

1	The apparatus required for this experiment are burette, pipette, conical flask, universal indicator, HCl and NaOH solution.
2	Take 25 mL hydrochloric acid solution in a pipette and add it to conical flask.
3	Add few drops of universal indicator solution to conical flask.
4	Add sodium hydroxide solution in small amounts from the burette.
5	Add sodium hydroxide solution from the burette as given in observation table.
6	Note the color of solution in conical flask after each addition of sodium hydroxide solution and find out the pH by comparing its color

Рис. 3. Методические указания для опыта «Изменение pH в процессе титрования кислоты и основания». LabInApp Technology Pvt Ltd [12]

Для анализа особенностей проведения конкретного эксперимента по химии, представленного в рассматриваемом продукте компании LabInApp, в настоящей статье выбрана учебная тема «Температура плавления органических соединений» (11-й класс). Модель этого эксперимента представлена на рис. 4. На виртуальном демонстрационном столе расположены трубка Тиле, термометр, горелка, парафиновая жидкость и твердое органическое соединение. Чтобы поместить термометр и органическое соединение в трубку Тиле, необходимо нажать кнопку Place, размещенную рядом с этими объектами. Горелка начнет работать после нажатия на кнопку Start. После этого появится всплывающее окно, в котором на протяжении всего опыта будет указываться температура вещества в сосуде. Чтобы внимательно рассмотреть вещество,

находящееся в трубке, и собственно процесс его плавления, необходимо нажать на иконку «Лупа».

Демоверсии трехмерных моделей от компании LabInApp демонстрируют весьма высокий уровень их интерактивности. Даже в сугубо демонстрационных опытах присутствует тонкая настройка параметров их проведения. Помимо этого, опции управления камерой и уникальные для некоторых опытов элементы интерфейса позволяют пользователю в деталях изучить демонстрируемые на экране монитора химические реакции. Однако все действия с учебными объектами выполняются только при помощи кнопок, размещенных на экране. При нажатии на кнопку реализуется анимация, соответствующая конкретному этапу эксперимента.

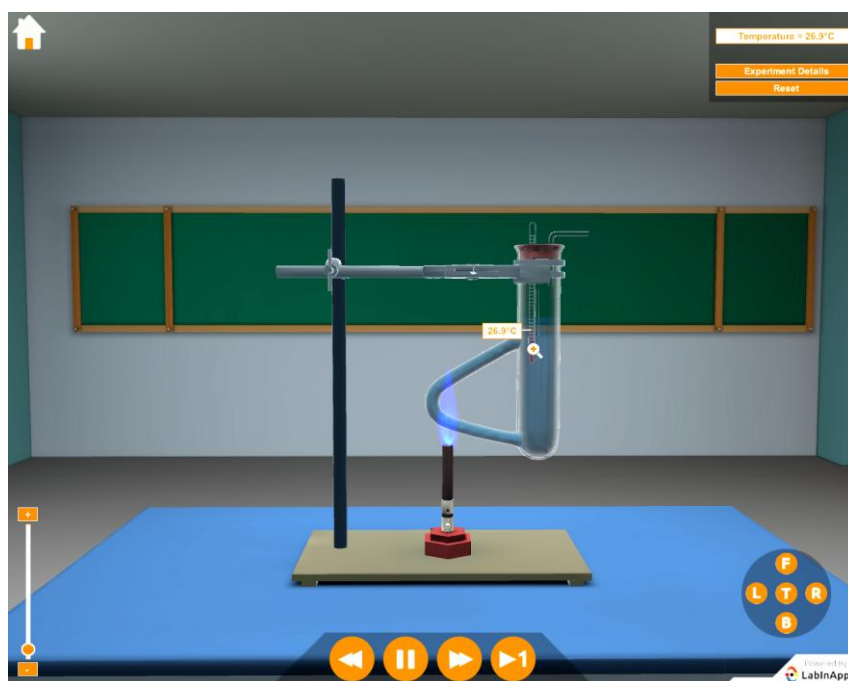


Рис. 4. Опыт «Температура плавления органических соединений». LabInApp Technology Pvt Ltd [12]

Отметим, что при некоторой доработке моделей виртуальных экспериментов компании LabInApp может быть обеспечен более высокий уровень их интерактивности. Это будет способствовать росту результативности обучения как с точки зрения его качества, так и с точки зрения влияния таких моделей на развитие мотивации познавательной деятельности учащихся.

Попытка обеспечить повышенный уровень интерактивности виртуального эксперимента по химии была предпринята в одном из наших проектов. В Лаборатории ЦОР и педагогического проектирования ПГГПУ в среде разработки Unity (версии 2019.1.6f1) были созданы три виртуальные лабораторные работы по следующим учебным темам: «Химические индикаторы» (8-й класс), «Разложение дихромата аммония» (8-й класс), «Электролитическая диссоциация» (9-й класс). Объекты лабораторных экспериментов разработаны в виртуальной среде с применением трехмерной графики, а сценарии экспериментов написаны на языке программирования C#. Все опыты реализованы в рамках одного приложения. Экспериментальные установки расположены в одной сцене, а переходы между опытами осуществляются посредством перемещения камеры.

Рассмотрим содержание работы пользователя в виртуальной химической лаборатории. После запуска обучающей программы обучаемый видит перед собой титульный экран, на котором изображена входная дверь в кабинет химии (рис. 5).



Рис. 5. Титульный экран

Нажатием на ручку пользователь открывает дверь и попадает в кабинет. Перед ним располагается панель для выбора темы лабораторной работы (рис. 6).

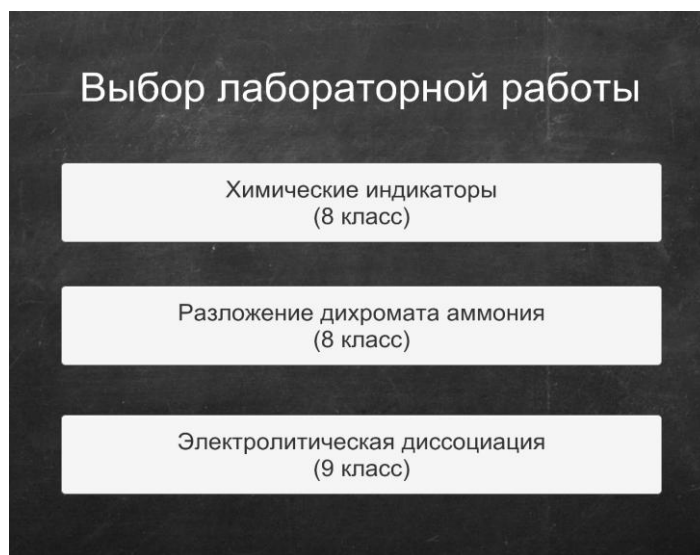


Рис. 6. Меню выбора лабораторной работы

После выбора учебной темы пользователь перемещается к лабораторному столу с соответствующим оборудованием. На столе для проведения лабораторной работы «Химические индикаторы» расположены три колбы с жидкостями. Расположение колб относительно друг друга меняется случайным образом как при запуске программы, так и после каждого перезапуска хода опыта (рис. 7).

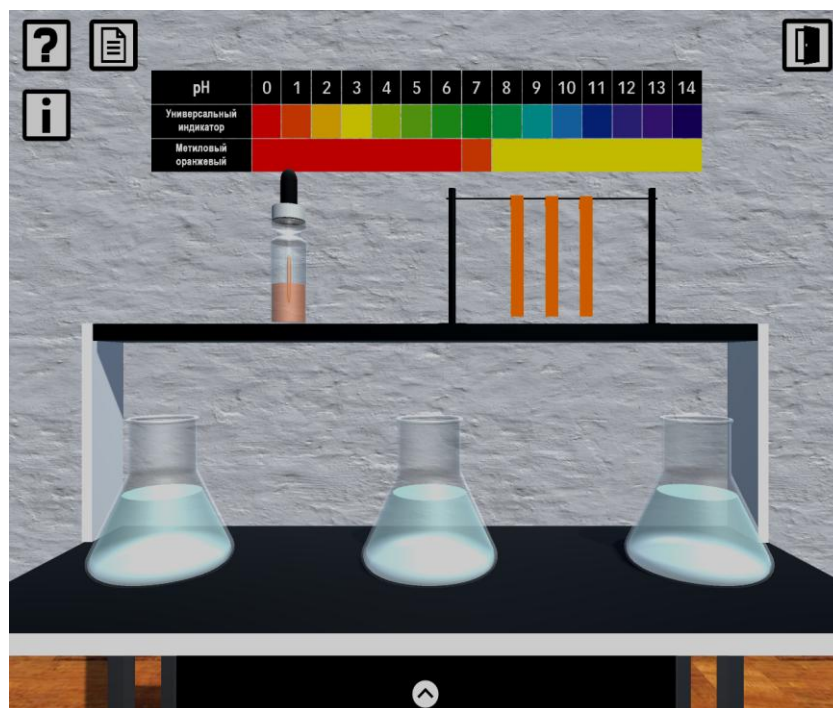


Рис. 7. Опыт «Химические индикаторы»

На полке лабораторного стола расположены три полоски лакмусовой бумаги и пипетка с раствором метилоранжа. В качестве первого варианта выполнения лабораторного задания требуется поместить полоски бумаги в колбы с жидкостями, чтобы по их изменившемуся цвету определить раствор, находящийся в каждой колбе. Перемещение полосок реализовано с применением технологии drag&drop.

Часть программной реализации, отвечающая за «окраску» лакмусовой бумаги, приведена ниже:

```
// ...
    if (inAc == true)
    {
        gameObject.GetComponentInChildren<Image>().fillAmount =
Mathf.Lerp(gameObject.GetComponentInChildren<Image>().fillAmount, 0.5f, t / 4);
        gameObject.GetComponent<Renderer>().material.color = Col-
or.Lerp(gameObject.GetComponent<Renderer>().material.color, acColor, t);
    }
// ...
```

Помимо универсального индикатора для выполнения задания в этом эксперименте можно использовать кислотно-щелочной индикатор метилоранж. Для работы с этим индикатором применяется пипетка. Пользователь с помощью технологии drag&drop перемещает пипетку последовательно к каждой колбе. Нажатие правой кнопки мыши (ПКМ) позволяет добавить в каждую исследуемую среду несколько капель индикатора. По изменению цвета среды определяется ее вид.

В данной лабораторной работе необязательно использовать оба индикатора, для выполнения задания достаточно лишь выбрать предпочтительный.

Ниже приведена часть программной реализации, отвечающая за распознавание раствора, в который попала капля индикатора, а также за реализацию звуковых эффектов в зависимости от вида взаимодействия пользователя с объектами сцены:

```
// ...
if (other.gameObject == A1)
{
    dropGetA1 = true;
    Drip.Play();
}
else
{
    Drip_on_table.Play();
}
// ...
```

В данном лабораторном эксперименте осуществляется дидактическая поддержка познавательной деятельности учащихся. При нажатии кнопки с изображением знака вопроса появляется панель с информацией об интерактивных элементах учебной сцены, а также об особенностях проведения каждого опыта. Кнопка с изображением символа *i* обеспечивает переход к теоретическому материалу по теме лабораторного эксперимента. Кнопка с изображением документа предназначена для вывода на экран описания сути опыта и инструктивных указаний по его выполнению.

В ресурсе предусмотрена проверка правильности выводов, сделанных учащимися по результатам опыта (рис. 8).

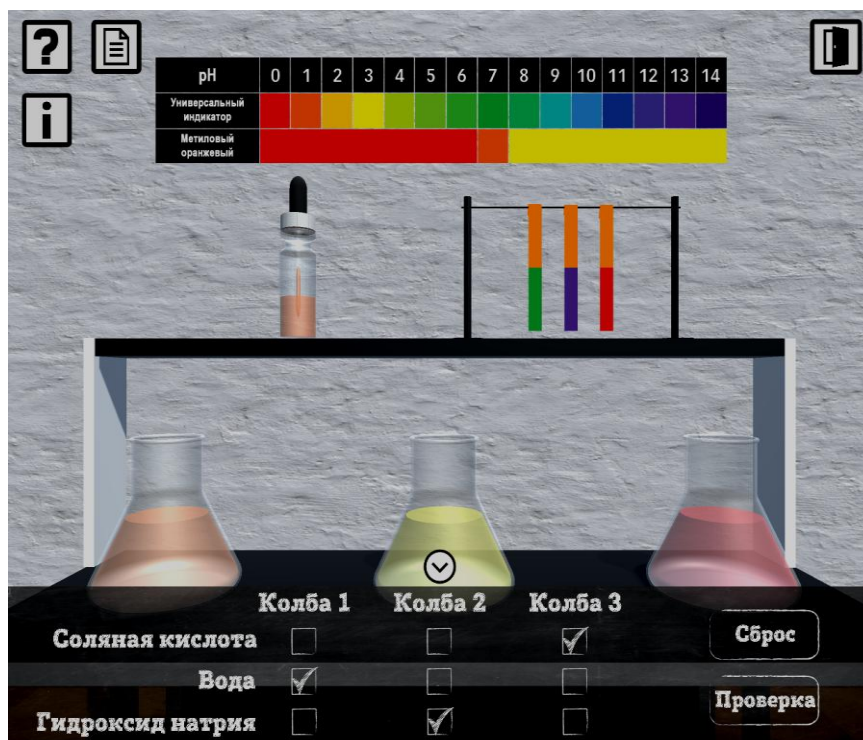


Рис. 8. Панель с вводом ответа в опыте «Химические индикаторы»

Следующий демонстрационный опыт в рамках рассматриваемого проекта разработан по теме «Разложение дихромата аммония». Рассмотрим учебную сцену данного опыта. На столе лежит металлический лист, на который насыпаны кристаллы дихромата аммония (рис. 9). Для проведения опыта пользователю необходимо взять спичку из коробка и поднести ее к исследуемому веществу (ЛКМ, технология drag&drop). Чтобы зажечь спичку, достаточно нажать правую кнопку мыши (ПКМ). Как только зажженная спичка будет находиться достаточно близко к дихромату аммония, начнется реакция его разложения. Оранжевые кристаллы будут превращаться в серовато-зеленый пепел (оксид аммония) и разлетаться в разные стороны. Реакция будет проходить до тех пор, пока все вещество полностью не разложится.



Рис. 9. Опыт «Разложение дихромата аммония»

Третья работа проекта – это виртуальный эксперимент по теме «Электролитическая диссоциация». Для проведения опыта на лабораторном столе размещаются: штатив с угольными электродами, которые соединены проводами с источником тока и электролампой, и три химических стакана с различными растворами (рис. 10). В основании штатива расположен подъемник, позволяющий перемещать стаканы по вертикали так, чтобы электроды оказались погруженными в раствор. В начале опыта пользователь перемещает стакан с одним из растворов на платформу подъемника. Для перемещения платформы подъемника вверх необходимо расположить курсор на подъемнике и начать прокручивать колесо мыши. Платформа при этом начнет медленно подниматься. После того как электроды погрузятся в раствор, учащемуся следует обратить внимание на яркость свечения лампы. Опыт повторяется с разными растворами. В результате исследования можно убедиться, что в зависимости от вида раствора лампа будет гореть либо со вполне определенным накалом (ярко, слабо), либо вовсе не загорится. По результатам опыта учащиеся должны сделать соответствующие выводы.

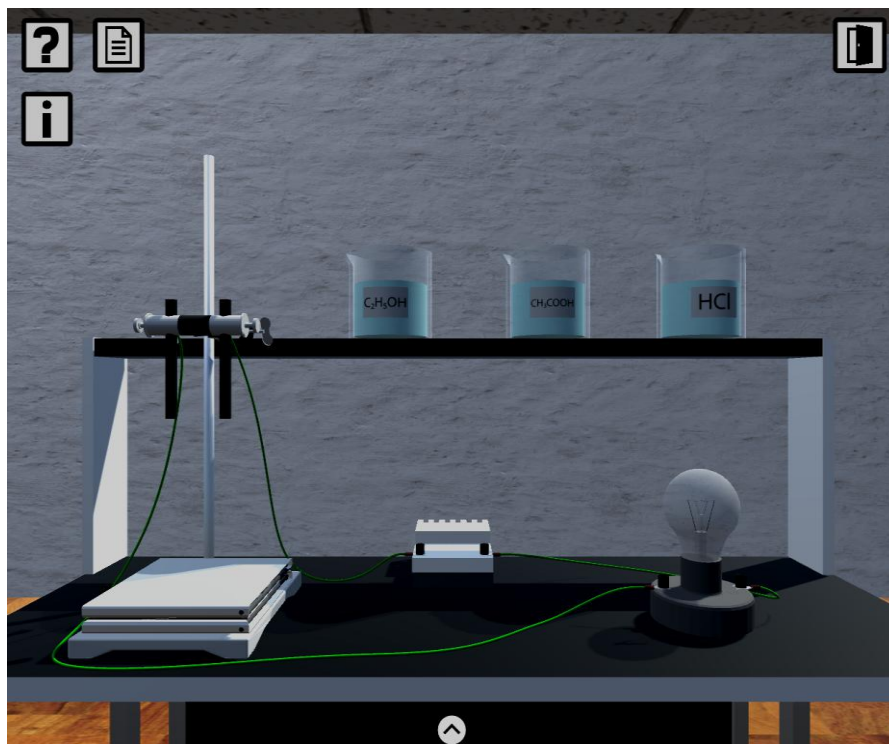


Рис. 10. Опыт «Электролитическая диссоциация»

В данном виртуальном эксперименте, как и в предыдущем, реализована проверка правильности сформулированных учащимися выводов (рис. 11).



Рис. 11. Панель с вводом ответа в опыте «Электролитическая диссоциация»

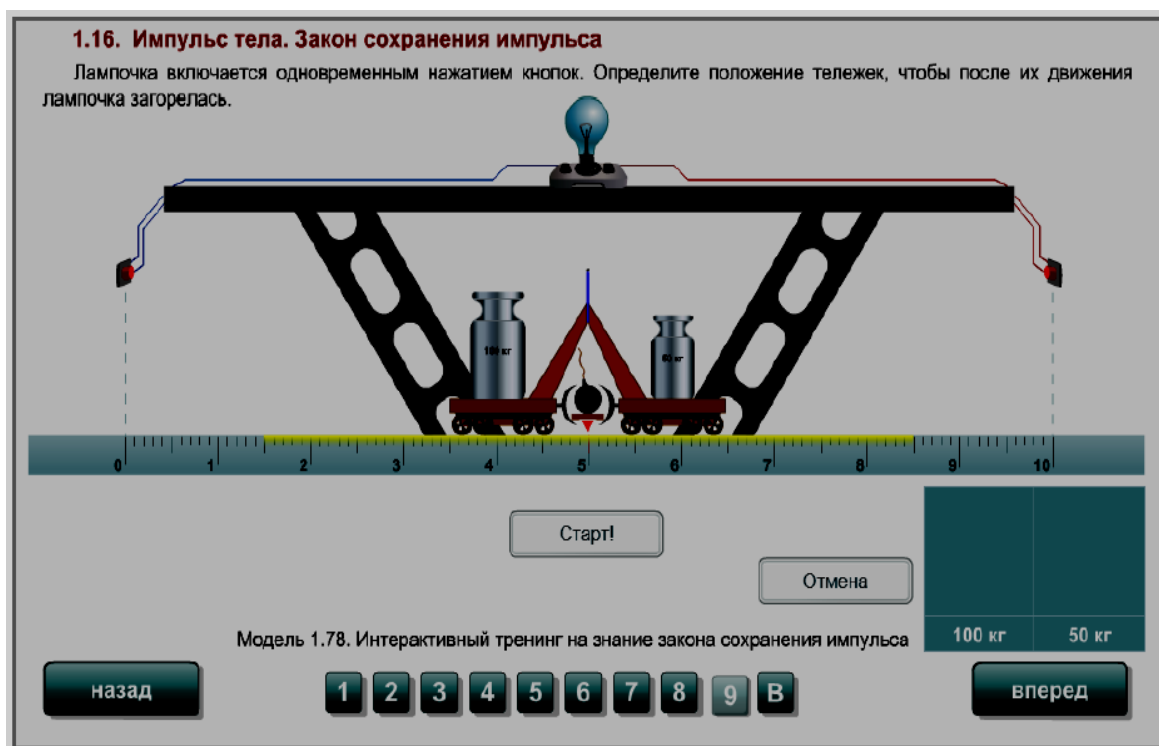


Рис. 12. Модель «Импульс тела. Закон сохранения импульса» (Единая коллекция ЦОР: <http://files.school-collection.edu.ru/>)

Виртуальные эксперименты рассмотренного проекта отличаются высоким качеством визуализации лабораторного оборудования и достаточно высоким уровнем интерактивности. Реализована технология drag&drop в работе пользователя с объектами виртуальной среды. Повышен уровень вариативности виртуальных экспериментов, а также представлены виртуальные опыты, которые ранее не были разработаны для учебного процесса по химии.

Физика. Для учебного процесса по физике различными ИТ-компаниями и авторскими коллективами к настоящему времени подготовлен целый ряд цифровых ресурсов, включающих различные виртуальные лабораторные работы, в частности: «Лабораторные работы по физике. 7–11 классы» (ООО «Дрофа», ООО «Квазар», М., 2006); «Активная физика» (программно-методический комплекс для обучения школьников 7–10-х классов, компания Pi-LogicResearchGroup); «Виртуальные лабораторные работы по физике. 7–9 классы» («Новый диск», М., 2007); «Интерактивные лабораторные работы. 7–11 классы» (ООО «Физикон», М., 2008) (рис. 12) и др.

Абсолютное большинство моделей лабораторных экспериментов по физике выполнены преимущественно в 2D-графике. В настоящее время в современном образовательном пространстве идет активная разработка 3D-версий лабораторных экспериментов [1].

Интерфейсные решения и методическое обеспечение таких экспериментов разрабатываются разными творческими коллективами, в том числе преподавателями и студентами высших учебных заведений. Ниже приведены трехмерные модели виртуальных учебных экспериментов по физике, созданные студентами ПГГПУ с применением редактора Blender, кросс-платформенной среды разработки компьютерных игр Unity (рис. 13), а также среды проектирования интерактивных трехмерных сцен Universe (рис. 14).



Рис. 13. Интерфейс модели лабораторного эксперимента по теме «Закон сохранения импульса» (проект магистранта Е. Спирина, выпуск 2016 г.) [1]

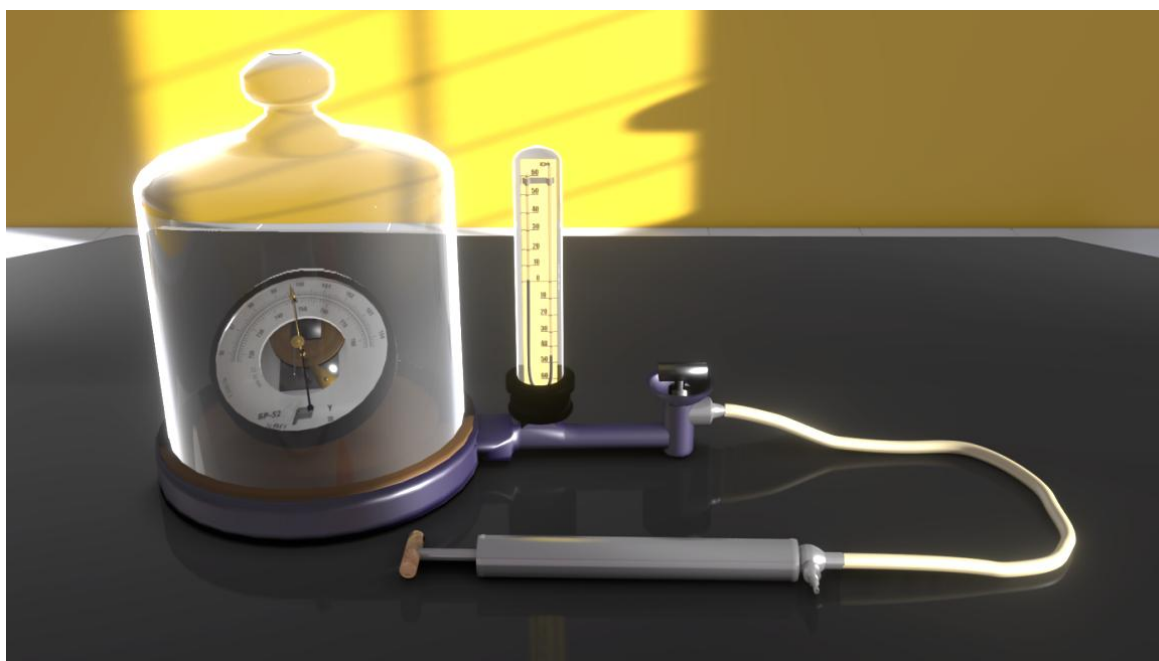


Рис. 14. Модель демонстрационного эксперимента по теме «Измерение атмосферного давления. Барометр-анероид» (проект студента А. Нохрина, выпуск 2020 г.)

Особенностями этих моделей являются квазиреалистичный интерфейс и квазиреалистичные действия обучающегося в виртуальной лаборатории. Учащийся свободно перемещается в учебном кабинете, манипулирует учебным оборудованием, совершая действия, схожие с реальными, активно работает с интерактивной рабочей тетрадью, фиксирует данные

эксперимента, проводит расчеты. Система осуществляет контроль полученных учащимся результатов. При необходимости можно провести эксперимент заново и исправить записи в рабочей тетради. Если учащийся удовлетворен результатом, то он может включить полученные данные в итоговый ответ по лабораторной работе, который формируется автоматически. Подробнее с вопросами технологии и методики разработки 3D-моделей виртуальных лабораторных работ по физике с применением технологии квазиреалистичного интерфейса можно познакомиться в нашей работе [8].

Информатика. Разработка виртуальных лабораторных работ по информатике целесообразна для тех учебных тем, где изучаются различные технические объекты, например: «Логические элементы компьютера», «Устройство компьютера», «Компьютерные сети». Актуальность данного направления определяется тем, что ФГОС общего среднего образования устанавливает требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы в области политехнической направленности обучения. В частности, к метапредметным результатам относят, кроме прочих, умение использовать средства ИКТ в решении «...задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности...» [11, с. 5–7].

На рис. 15–17 представлены примеры моделей оснащения и оборудования виртуальных лабораторных работ по информатике (модель кабинета информатики, модель «Маршрутизатор», модель «Устройство и принцип действия сенсорного экрана»).



Рис. 15. Модель кабинета информатики (разработка студентов ПГГПУ, профиль обучения «Информационные технологии в образовании»)

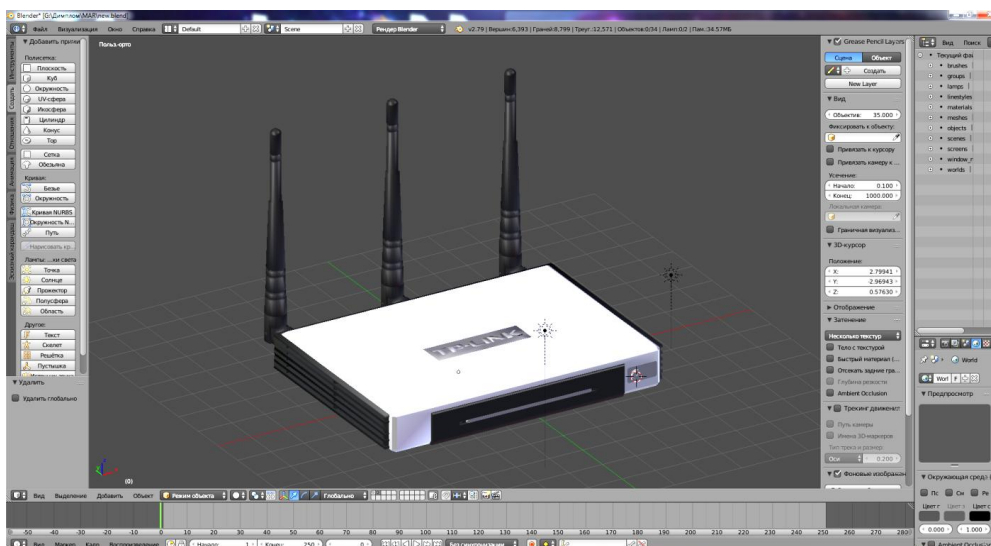


Рис. 16. Модель «Маршрутизатор» (разработка студентов ПГГПУ, профиль обучения «Информационные технологии в образовании»)

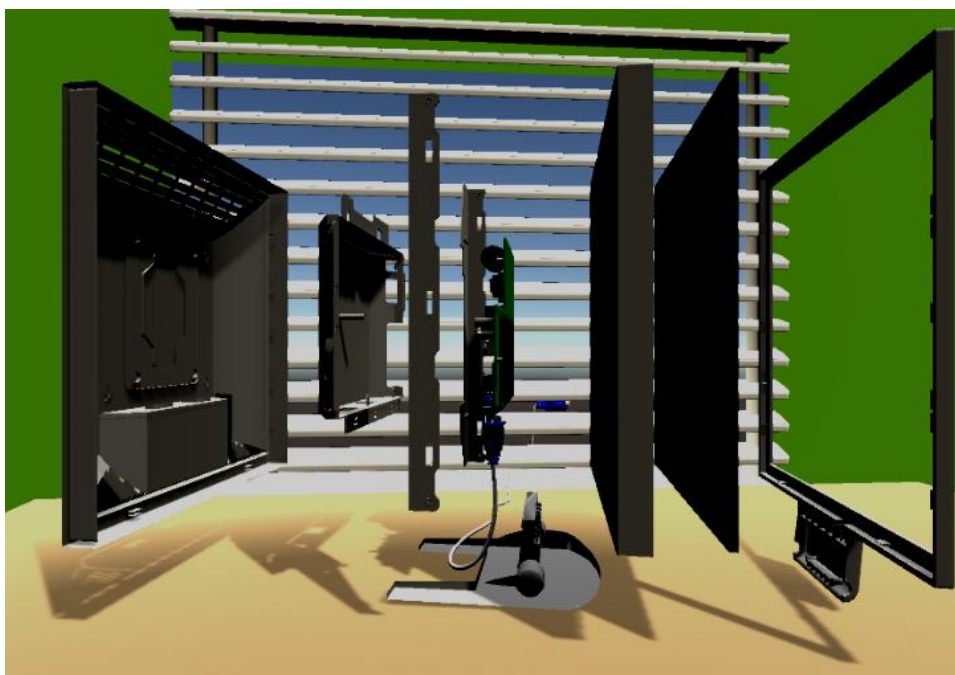


Рис. 17. Фрагмент интерактивной модели «Устройство и принцип действия сенсорного экрана» (разработка студентов ПГГПУ, профиль обучения «Информационные технологии в образовании»)

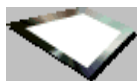
Разработка комплекса виртуальных лабораторных работ по различным учебным предметам требует значительных временных затрат и творческих усилий авторов. Тем не менее создание таких ресурсов дидактически целесообразно, поскольку виртуальная среда является одним из важных дополнительных средств обучения, обеспечивающих расширение и обогащение практики подготовки учащихся в области методологии экспериментального исследования. Сегодня накоплен весьма ценный опыт сценарных и интерфейсных решений в разработке ЦОР данного назначения. Этот опыт должен быть непременно востребован

и обогащен за счет применения новых технологий моделирования цифровых учебных объектов и обеспечения высокого уровня их интерактивности.



Список цитируемых источников

1. Антонова Д.А., Оспенникова Е.В., Спирин Е.В. Цифровая трансформация системы образования. Проектирование ресурсов для современной цифровой учебной среды как одно из ее основных направлений // Вестник Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-та. Сер.: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2018. – № 14. – С. 5–37.
2. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов / И.Ж. Гергова, М.А. Коцева, А.Х. Ципинова и др. // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 1. – С. 94–98.
3. Гавронская Ю.Ю., Алексеев В.В. Виртуальные лабораторные работы в интерактивном обучении физической химии // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. – 2014. – Вып. № 168. – С. 79–84.
4. Информационные материалы о национальном проекте «Образование» [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/YumshgCpXWEMsqRmMTxDs0wjiGzY30hs.pdf> (дата обращения: 16.06.2019).
5. Князева Е.М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. – 2012. – Ч. 3, № 6. – С. 587–590.
6. Определение характера среды раствора с помощью универсального индикатора [Электронный ресурс] // Виртуальная лаборатория ВиртуЛаб. – URL: http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=278:2009-11-14-22-37-18 (дата обращения: 6.04.2019).
7. Оспенников Н.А., Оспенникова Е.В. Виды компьютерных моделей и направления использования в обучении физике / Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2010. – № 4. – с. 118–124.
8. Оспенникова Е.В., Антонова Д.А. Цифровая трансформация предметной среды обучения: исторический экскурс и современный этап реализации // Проблемы современного естественно-научного и математического образования: коллектив. моногр. / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2019. – С. 28–65.
9. Троицкий Д.И., Дикова Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в естественно-научном образовании // XVIII Объединенная конференция «Интернет и современное общество» IMS-2015. – СПб., 2015. – С. 121–129.
10. Фалина Е.Ф. Влияние виртуальных лабораторных работ на качество учебного процесса // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2008. – 2-е изд. – С. 297–302.
11. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (от 17 мая 2012 г. № 413). – М., 2012. – 45 с.
12. Homepage [Электронный ресурс]. – URL: <http://labinapp.com/index.html> (дата обращения: 20.03.2019).



УДК 378

**М.О. Масленникова, И.В. Ильин,
Е.В. Оспенникова**

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА-ПРАКТИКАНТА: СТРУКТУРА, ФУНКЦИОНАЛ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обсуждается необходимость повышения эффективности организации работы кафедры вуза с отчетными документами студентов по производственной практике. Выполнен обзор популярных информационных систем электронного документооборота. Авторами разработано программное обеспечение организованного хранения документов, сопровождающих производственную практику. При разработке приложения использовалась концепция проектирования Model-View-Controller с PHP-фреймворком Yii Framework 2.0. Представлены оригинальные решения реализации программного кода модулей функциональной части портфолио.

К л ю ч е в ы е с л о в а : программное обеспечение, портфолио студента-практиканта.

Введение. Вуз является сложной по структуре и управлению организацией. Внедрение информационных технологий в систему управления вузом имеет ряд организационных и технических особенностей. Наряду с общими задачами делопроизводства, характерными для любого предприятия, документооборот высших учебных заведений имеет свою специфику, которая определяется большим объемом документации, сопровождающей их образовательную, научную и управленческую деятельность.

Доля документов, сопровождающих образовательную деятельность вуза, в частности, документов по организации и проведению различных видов производственной практики обучающихся, является довольно внушительной.

Хранение отчетных документов регулируется приказом Министерства культуры Российской Федерации от 25 августа 2010 г. № 558 (ред. от 16.02.2016) «Об утверждении “Перечня типовых управленческих архивных документов, образующихся в процессе деятельности государственных органов, органов местного самоуправления и организаций, с указанием сроков хранения”». В разд. 1.5 «Документационное обеспечение управления и организация хранения документов» говорится: «Документы (заявки, программы, графики, планы, отчеты, отзывы, списки, характеристики, переписка) об организации и проведении практики и стажировки слушателей хранятся в течение 5 лет» [5, с. 730]. Большое количество направлений подготовки студентов в высшей школе, обилие образовательных программ и разнообразие видов учебной и производственной практик, а также численность обучающихся

определяют в итоге ежегодное формирование больших объемов учебной и отчетной документации, в том числе дневников-отчетов обучающихся, отзывов факультетских и групповых руководителей практик, а также отзывов руководителей от организаций, в которых эти практики проводились.

Эффективным подходом к решению данной проблемы может стать разработка и применение в вузе системы электронного документооборота «*Портфолио студента-практиканта вуза*».

Обзор информационных систем электронного документооборота (СЭД). Проектированием и созданием СЭД/ЕСМ (от англ. Enterprise Content Management System) занимаются различные отечественные компании, такие как: «Электронные офисные системы», «Галактика», DIRECTUM, Optimasoftware, ELMA, Haulmont, DocsVision, ЛАНИТ, ТЕЗИС, «1С» и др. [1].

По данным на декабрь 2018 г., база СЭД/ЕСМ-проектов TAdviser (крупнейшая в РФ база знаний о технологиях и IT-проектах) включала информацию более чем о 5,1 тыс. внедрений. Лидерами по количеству продуктов внедрения являются компании, представленные в таблице (рис. 1).

Топ-10 СЭД/ЕСМ по количеству реализованных проектов*

№	Название продукта	Количество проектов +
1	Directum	801
2	Elma	607
3	DocsVision	537
4	Дело (ЭОС)	458
5	Тезис (Haulmont)	244
6	1С:Документооборот 8	197
7	Microsoft SharePoint	136
8	NauDoc (Naumen)	111
9	E1 Евфрат (Cognitive Technologies)	87
10	Visary (Визари АИС)	87

* По данным базы TAdviser за период наблюдений с 2005 г. по декабрь 2018 г. TAdviser, декабрь 2018 г.

Рис. 1. Статистика по данным базы TAdviser [4]

Рассмотрим некоторые из представленных на российском рынке систем электронного документооборота, которые занимают лидирующие позиции по внедрению, а их авторы-разработчики активно развивают функционал созданных ими продуктов.

1. Информационная система DIRECTUM – система управления корпоративным контентом компании (ЕСМ), которая позволяет эффективно построить работу с документами и бизнес-процессами (рис. 2). Продукт обеспечивает:

- управление электронными документами учебно-методической, учебной, научной деятельности;
- управление процессами при работе с документами в подразделениях;
- согласование, выдачу заданий, контроль исполнения, обработку документов;
- формирование и согласование расписания учебных занятий;
- управление аудиторным фондом;
- организацию совещаний и контроль исполнения решений ученого совета.

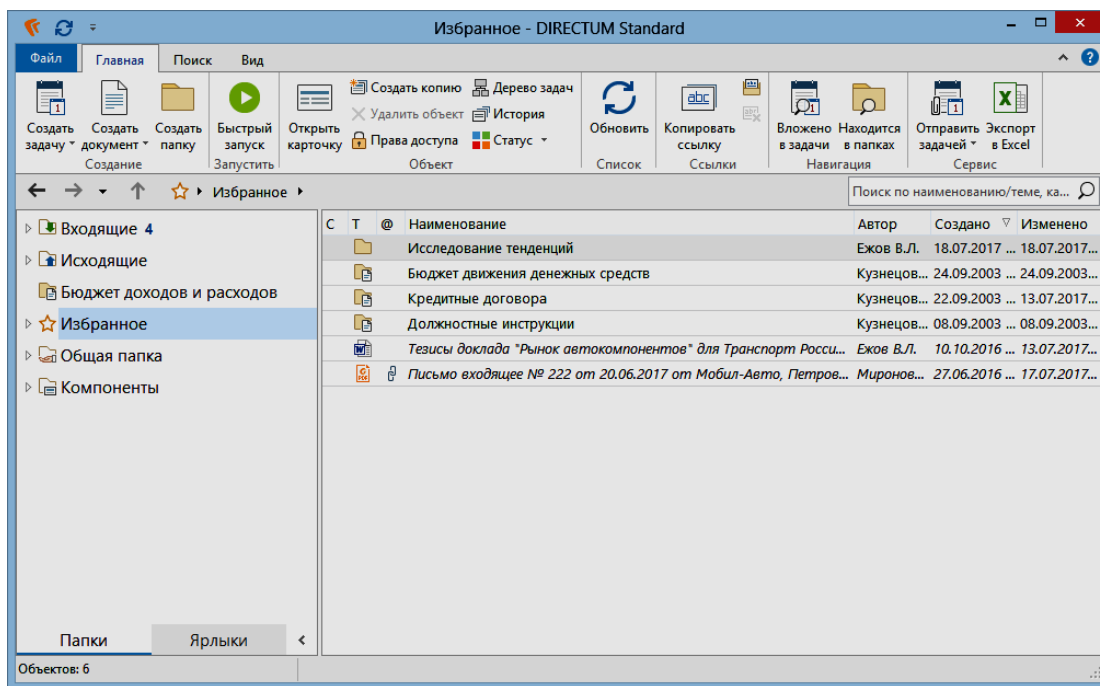


Рис. 2. ECM-система DIRECTUM [8]

Стоимость базовой клиентской лицензии составляет 8 400 рублей, пакет таких лицензий на 20 сотрудников имеет стоимость от 275 500 рублей и доходит до 2 175 000 рублей на 200 сотрудников (по состоянию на апрель 2019 г.) [8].

2. Информационная система ELMA ECM позиционируется как система для построения в организации электронного документооборота (рис. 3). Продуктовая линейка ELMA состоит из набора приложений для управления компанией, которые могут быть приобретены и способны функционировать как отдельные приложения, так и вместе, в едином информационном пространстве. К компонентам электронного документооборота ELMA ECM+ относятся:

- раздел «Электронная канцелярия», автоматизирующий обработку и регистрацию входящих и исходящих документов;
- раздел «Управление договорами», позволяющий осуществить подготовку, согласование, хранение и обработку договоров и сопутствующих документов;
- раздел «Внутренние документы» – для организации работы со служебными записками и организационно-распорядительной документацией на предприятии;
- раздел «Согласование счетов» – для автоматизации согласования, оплаты и хранения счетов;
- приложение ELMA ECM+ с интерфейсом файлового хранилища, в котором документы организованы в систему вложенных папок;
- модуль «Штрих-код», предназначенный для быстрого поиска документов в системе и обеспечивающий автоматическую печать штрих-кода при их регистрации.

Стоимость платформы ELMA BPM составляет 45 000 рублей. Пользовательские именные лицензии приобретаются отдельно, в расчете на 20 сотрудников лицензии будут иметь стоимость 144 000 рублей (по состоянию на апрель 2019 г.) [10].

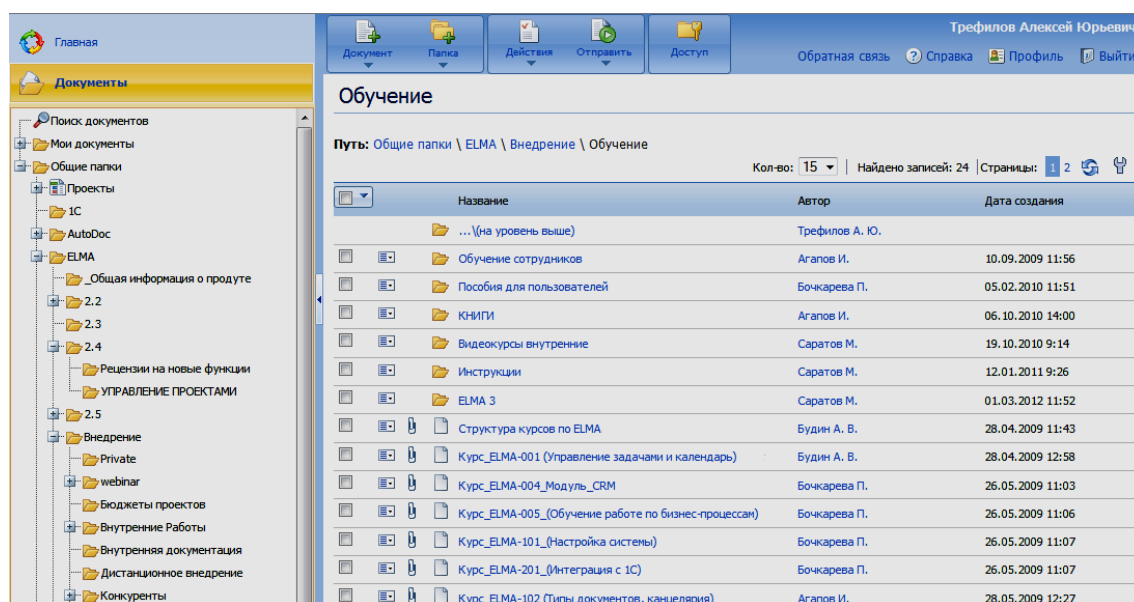


Рис. 3. ECM-система ELMA [10]

3. Информационная система Docsvision предназначена для упорядочивания документации и автоматизации процесса документооборота, а также для обеспечения хранения документации (рис. 4).

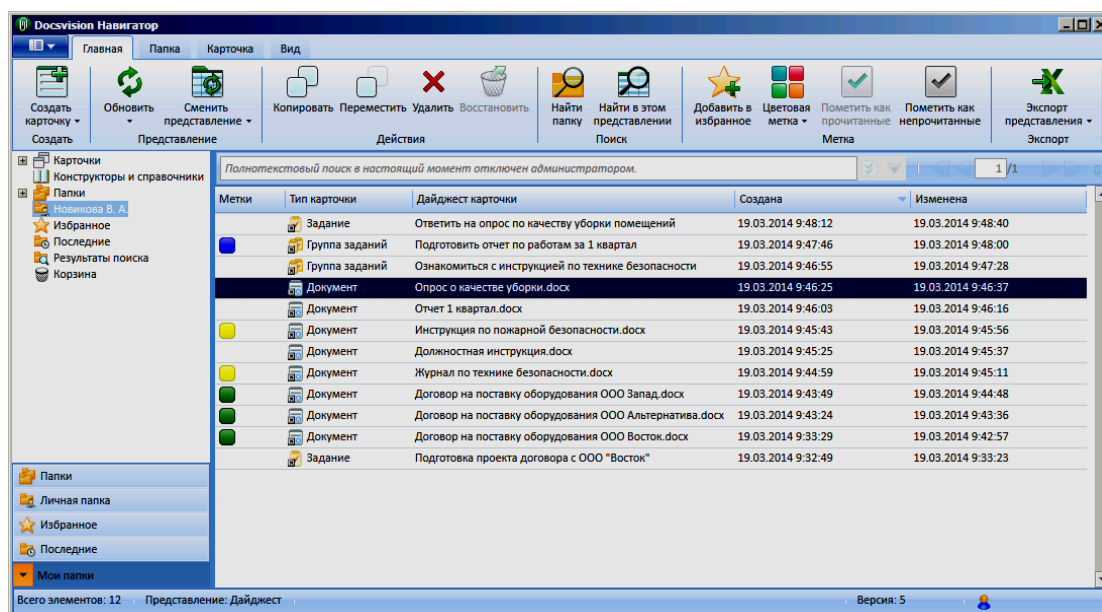


Рис. 4. Система Docsvision [9]

Стоимость лицензии для использования системы Docsvision на 1 пользователя составляет 7 700 рублей, пакет лицензий на 20 сотрудников обойдется в 154 000 рублей (по состоянию на апрель 2019 г.) [9].

Рассмотренные выше системы имеют высокую стоимость и обладают избыточным набором функций. Организация работы кафедры вуза не совсем соответствует организации работы предприятия, на которую рассчитано большинство систем электронного документооборота. Документооборот кафедры вуза включает специфический набор документов

по различным видам ее деятельности, в том числе по учебной работе студентов в периоды учебной и производственной практик. В этой связи является целесообразным создание специальной электронной системы хранения документов студентов по различным видам практик – «*Портфолио студента-практиканта вуза*». Такая система будет способствовать повышению эффективности работы преподавателей и сотрудников отдела практики с учебной и отчетной документацией студентов-практикантов.

Инструментальные средства разработки веб-приложений. В настоящее время большую популярность среди пользователей приобрели различные веб-приложения. Это определяется прежде всего наличием онлайн-доступа к данным приложениям с любого устройства, подключенного к сети Интернет.

При создании веб-приложений используются различные технологии, языки и инструментальные среды разработки. Для разработки веб-приложения для обеспечения документооборота по практике студентов можно использовать объектно ориентированный фреймворк Yii Framework 2.0. В качестве серверного языка будет использоваться язык программирования PHP [6, 7]. Обработка обращений к ресурсам создаваемого сайта будет осуществляться средствами веб-сервера Apache HTTP Server, а хранение данных – с помощью системы управления базами данных PostgreSQL.

Главная особенность использования Yii 2 заключается в строгом соответствии заданным стандартам и логичности архитектуры информационной системы (ИС). Фреймворк использует шаблон проектирования MVC (от англ. Model-View-Controller – «Модель-Представление-Контроллер»), который широко применяется в веб-программировании. MVC предназначен для разделения бизнес-логики и пользовательского интерфейса, чтобы разработчики могли легко изменять отдельные части приложения, не затрагивая другие. В архитектуре MVC модель предоставляет данные и правила бизнес-логики, представление отвечает за пользовательский интерфейс (например, текст, поля ввода), а контроллер обеспечивает взаимодействие между моделью и представлением (рис. 5) [2, 3].

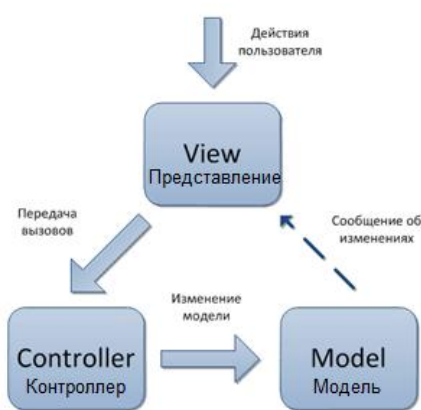


Рис. 5. Паттерн MVC [3]

Функционал программного обеспечения. В системе имеются два различных интерфейса пользователей: для студентов (рис. 6) и для преподавателей (рис. 7). Отличие между ними заключается в необходимых для каждого функциях. Первые могут загружать отчетные документы, вторые – осуществлять поиск студентов по уровню образования, курсу, факультету и группе,

просматривать загруженные документы и дату их загрузки, выставять оценку за практику, следить за статистикой успеваемости и загрузкой работ.

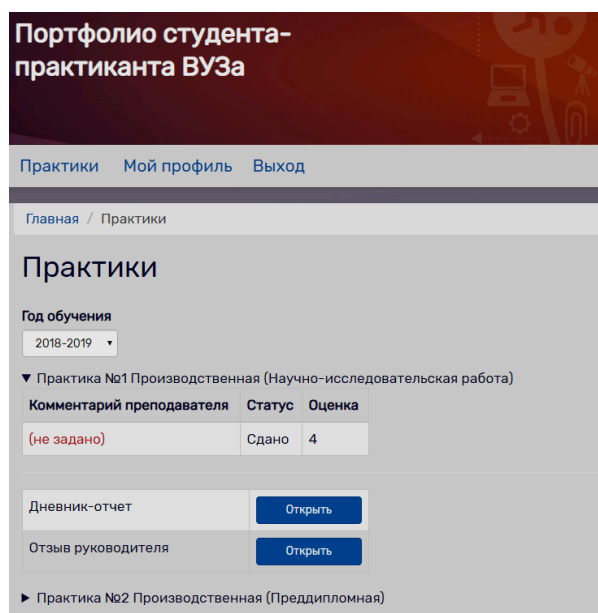


Рис. 6. Интерфейс студента в системе «Портфолио студента-практиканта вуза»

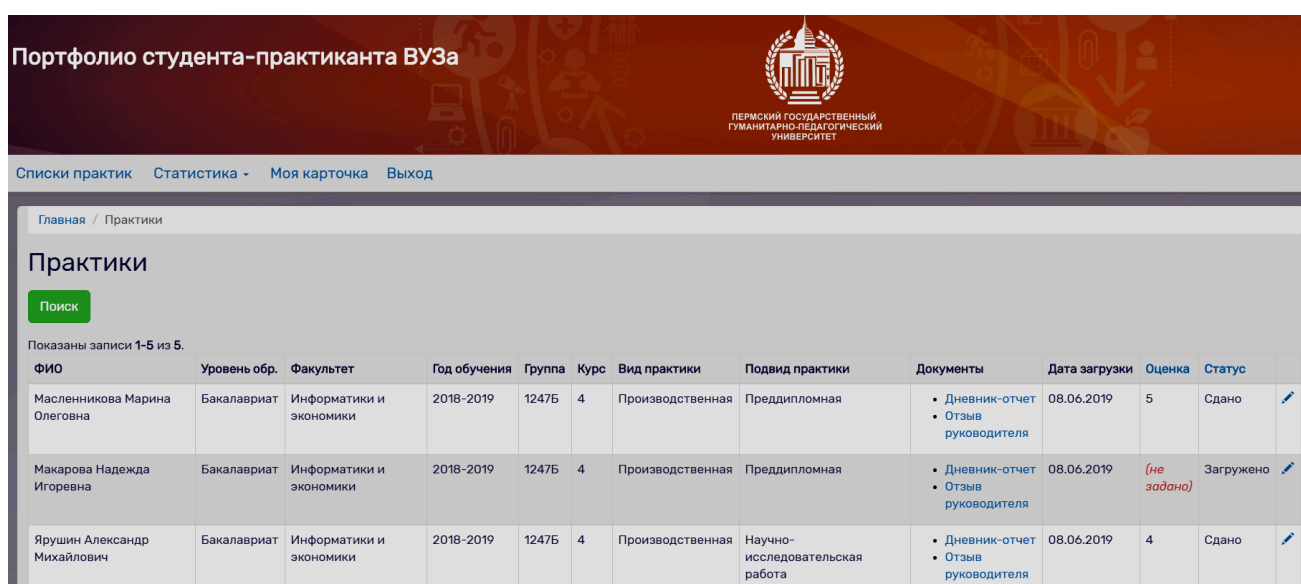


Рис. 7. Интерфейс преподавателя в системе «Портфолио студента-практиканта вуза»

Вход в ИС осуществляется с помощью формы ввода логина и пароля. Процесс авторизации состоит из следующих этапов:

1. Пользователь заполняет необходимые поля на форме и нажимает кнопку «Войти».
2. При нажатии кнопки «Войти» происходит проверка введенных данных (рис. 8).
3. После того как пользователь прошел все этапы проверки, выполняется загрузка главной страницы системы в зависимости от учетной записи пользователя.

Рис. 8. Авторизация

Функции, доступные пользователю-студенту.

Добавление документов по практике. Это одна из основных функций системы, обеспечивающая возможность пользователям загружать отчетную документацию в систему для ее публикации. При реализации этой функции документы включаются в базу данных ИС.

Для загрузки файлов студенту необходимо авторизоваться в системе, выбрать соответствующий вид практики, развернуть ее содержимое, проверить данные в поле «Группа» и нажать на кнопку «Добавить практику». В случае если при добавлении документов по практике данные в полях оказались неактуальными, их необходимо изменить в разделе «Мой профиль». Для непосредственной загрузки документов требуется нажать на кнопку «Выберите файл». Результатом обработки события нажатия на кнопку является вызов диалогового окна, которое позволяет найти и выбрать файл для загрузки в систему.

Заполнение раздела «Мой профиль». У каждого студента имеется личный кабинет, в котором представлены все данные об авторизованном пользователе (фамилия, имя, отчество вводятся автоматически при регистрации). После заполнения поля «Группа» из таблицы «Планы» подгружаются дополнительные поля данных: уровень образования, курс и факультет (рис. 9). Эти поля являются обязательными для заполнения при загрузке отчетных документов по практике.

Ярушин Александр Михайлович	
Изменить	
Фамилия	Ярушин
Имя	Александр
Отчество	Михайлович
Группа	12475
Факультет	Информатики и экономики
Уровень образования	Бакалавриат
Курс	4

Рис. 9. Раздел «Мой профиль»

Обновление профиля студента осуществляется ежегодно 1 сентября. Переадресация к разделу «Мой профиль» для его обновления происходит в методе `actionLogin ()` контроллера `SiteController` принудительно, при условии если профиль не создан или наступило первое сентября, а дата последнего изменения профиля – ранее этой даты.

Ниже представлен фрагмент кода для перенаправления на принудительное обновление профиля, если он не создан:

```
if (Profile::find()->where(['user_id' =>Yii::$app->user->id])->count() < 1)
// если нет профиля соответствующего пользователя

{
    Yii::$app->session->setFlash('error', 'Вам необходимо заполнить свой профиль.');
```

//то показать сообщение

```
$this->redirect(['profile/create', 'id' =>Yii::$app->user->id]);
//перенаправление на страницу создания профиля
}
```

Далее приведен фрагмент кода для перенаправления на принудительное обновление профиля по наступлению 1 сентября:

```
if (User::isStudent())//если пользователь студент
{
    if (time() >= strtotime('first day of september this year') &&
// дата сейчас позже 1 сентября текущего года

    strtotime('first day of september this year') >= $model->getUser()->updated_at)
//и дата обновления профиля ранее 1 сентября текущего года

    {
        Yii::$app->session->setFlash('error', 'Пожалуйста, проверьте правильность введенных данных.');
```

// показать сообщение

```
return $this->redirect(['profile/update', 'id' =>Yii::$app->user->id]);
// перенаправление на страницу обновления профиля
    }
}
```

Приведенные примеры программного кода будут полезны студентам в реализации аналогичного функционала в своих проектах.

Функции, доступные пользователю-преподавателю.

Функция поиска. Поиск в системе доступен только пользователям, имеющим статус «преподаватель». Система позволяет провести фильтрацию по следующим полям: уровень образования, год обучения, факультет, курс, группа, наименование практики (рис. 10). Результатом выполнения данной функции является таблица с имеющимися в ней данными, которые соответствуют выбранным критериям поиска (рис. 11).

Уровень образования

Курс

Факультет

Год обучения

Группа

Наименование практики

Рис. 10. Поля для поиска

ФИО	Уровень обр.	Факультет	Год обучения	Группа	Курс	Вид практики	Подвид практики	Документы	Дата загрузки	Оценка	Статус	
Масленникова Марина Олеговна	Бакалавриат	Информатики и экономики	2018-2019	1247Б	4	Производственная	Преддипломная	- Дневник-отчет - Отзыв руководителя	08.06.2019	5	Сдано	
Макарова Надежда Игоревна	Бакалавриат	Информатики и экономики	2018-2019	1247Б	4	Производственная	Преддипломная	- Дневник-отчет - Отзыв руководителя	08.06.2019	(не задано)	Загружено	
Ярушин Александр Михайлович	Бакалавриат	Информатики и экономики	2018-2019	1247Б	4	Производственная	Научно-исследовательская работа	- Дневник-отчет - Отзыв руководителя	08.06.2019	4	Сдано	

Рис. 11. Таблица «Результат поиска»

Фрагмент кода, который возвращает дату загрузки документов, приведен ниже:

```
[ 'label' => 'Дата загрузки',
  'value' =>function ($model)
  //В функцию передается модель, соответствующая текущей строке
  {
    return date('d.m.Y', strtotime(File::findOne($model->diary_review)->date_upload));
    // возвращает дату загрузки дневника-отчета
  },
]
```

Выставление оценок, добавление комментария, изменение статуса работы. Оценка по итогам прохождения практики выставляется преподавателем вуза или групповым / факультетским руководителем. На основе этих оценок формируется статистика успеваемости студентов.

Для оценивания прохождения практики студентов предусмотрен отдельный подраздел «Оценить практику». Преподаватель имеет возможность сообщить студенту о необходимой доработке документа, заполнив поле «Комментарий» и изменив статус отчетных документов на «Доработка». Если доработка не нужна, то преподаватель может выставить оценку и выбрать статус «Сдано» (рис. 12).

Рис. 12. Раздел «Оценить практику»

Приведем фрагмент кода создания формы «Оценить практику» для ввода данных:

```
<?php
if(User::isTeacher() || User::isAdmin()) //Если пользователь администратор или преподаватель
{
    echo $form->field($model, 'comment')->textInput(['maxlength' => true]);
    //Поле ввода комментария
    echo $form->field($model, 'status')->dropDownList(Yii::$app->params['practiceStatus']);
    //Выпадающий список с статусами
    echo $form->field($model, 'mark')->dropDownList([null => '', '2' => '2', '3' => '3', '4' => '4', '5' => '5']);
    //Выпадающий список с оценками
}
?>
```

Просмотр статистики. Раздел «Статистика» имеет два подраздела: «Успеваемость групп» и «Отчет по загрузке работ».

«Успеваемость групп» позволяет просматривать результаты работы студентов по итогам прохождения практик. В системе организовано построение диаграмм успеваемости студентов.

Для построения диаграмм рассчитывается средний балл успеваемости студентов группы в соответствии с оценками, выставленными преподавателем. Формирование диаграммы осуществляется по выбранным в соответствующих полях критериям: «Вид практики», «Факультет», «Курс». В итоге на диаграмме для текущего учебного года будет отображен средний балл успеваемости студентов по практике заданного вида для групп выбранного факультета и курса (рис. 13). Для создания диаграммы используется библиотека highcharts.js, которая широко применяется для разработки клиентской части веб-ресурсов.

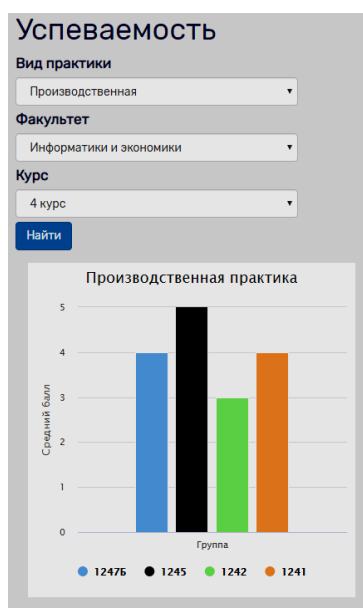


Рис. 13. Подраздел «Успеваемость групп»

«Отчет о загрузке работ» представляет собой таблицу, в строках которой указаны Ф. И. О. студентов выбранной группы, а в столбцах – наименования практик в соответствии с текущим учебным планом группы. На пересечении строк и столбцов в соответствующих полях отображается либо статус документов данной практики (загружено, доработка), либо оценка, выставленная руководителем практики (рис. 14). Прочерк в ячейке означает, что документы не загружены. В конце каждого столбца формируется отчет о количестве загруженных и незагруженных работ.

Группа		
12475		
Найти		
ФИО	Производственная (Преддипломная)	Производственная (Научно-исследовательская работа)
Масленникова Марина Олеговна	5	-
Ярушин Александр Михайлович	Загружено	4
Петров Иван Геннадьевич	-	-
Макарова Надежда Игоревна	Загружено	-
	Загружено: 3 Не загружено: 1	Загружено: 1 Не загружено: 3

Рис. 14. Подраздел «Отчет о загрузке работ»

Функции, доступные администратору.

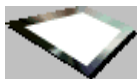
Администратор ИС обладает следующими правами: *регистрация пользователей, смена пароля и загрузка учебных планов групп*. Ему доступны все разделы системы и их функции.

Разработанное веб-приложение представлено по адресу: <https://practice.pspu.ru/>. Безопасное соединение между браузером пользователя и сервером гарантируется протоколом SSL (Secure Sockets Layer). Созданный продукт может быть использован не только в ПГГПУ, но и адаптирован для преподавателей и студентов любого другого учебного заведения. В настоящее время проект находится в процессе совершенствования. Поставлена задача обеспечения дополнительных функций ИС, таких как: реализация экспорта оценок по итогам прохождения практики в ведомость для печати; отправка уведомления студенту об оценке качества его отчетной документации, размещенной в системе.



Список цитируемых источников

1. Линева А.А. Импортзамещение СЭД: возможности и риски // Делопроизводство. – 2015. – № 3. – С. 35–38.
2. Основы: Модель-Представление-Контроллер (MVC). Полное руководство по Yii 1.1 [Электронный ресурс] // Yii PHP Framework. – URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/1.1/ru/basics.mvc> (дата обращения: 25.03.2019).
3. Паттерны MVC, MVP, MVVM [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.outcoldman.com/ru/archive/2010/02/22/паттерны-mvc-mvp-и-mvvm/> (дата обращения: 25.03.2019).
4. Портал выбора технологий и поставщиков – TAdviser [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 15.03.2019).
5. Приказ Министерства культуры РФ от 25 августа 2010 г. № 558 «Об утверждении «Перечня типовых управленческих архивных документов, образующихся в процессе деятельности государственных органов, органов местного самоуправления и организаций, с указанием сроков хранения»» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/199315/> (дата обращения: 18.03.2019).
6. Тузовский А.Ф. Проектирование и разработка web-приложений: учеб. пособие для академ. бакалавриата. – М.: Юрайт, 2018. – 218 с.
7. Хакимов Р.Х. Серверное Web-программирование: учеб. пособие. – Нижневартонск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2012. – 128 с.
8. DIRECTUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.directum.ru/> (дата обращения: 16.03.2019).
9. Docsvision [Электронный ресурс]. – URL: <https://docsvision.com/> (дата обращения: 17.03.2019).
10. Elma [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elma-bpm.ru/> (дата обращения: 17.03.2019).



УДК 378.147

Т.В. Рухтер

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ» В СДО MOODLE ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Обсуждается проблема разработки электронных учебных курсов в системе дистанционного обучения Moodle для использования в образовательном процессе высшей школы на примере дисциплины «Теоретические основы информатики» (раскрыты этапы разработки курса, рассмотрено использование информационных ресурсов).

К л ю ч е в ы е с л о в а : дистанционное обучение, СДО Moodle, электронный учебный курс, образовательная среда вуза, дисциплина «Теоретические основы информатики».

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», существует возможность осваивать образовательную программу через сетевые формы и дистанционные образовательные технологии.

Одной из эффективных платформ для использования электронных учебных курсов в системе высшего образования является система дистанционного обучения Moodle (СДО Moodle). Рассматриваемая СДО обладает следующими характеристиками: организует среду для продуктивного интерактивного общения; является модульной объектно ориентированной динамической учебной средой, свободно распространяемой в качестве программного обеспечения, имеющей открытый исходный код (соответствие GNU Public License) [4].

В настоящее время проанализированы различные аспекты рассматриваемой проблемы: по подготовке компетентных конкурентоспособных специалистов (исследования В.И. Байденко, А.В. Баранникова, А.Г. Бермуса, В.А. Болотова, Э.Ф. Зеера и др.); формированию профессиональных компетенций обучающихся (исследования С.С. Бахтеевой, Н.Н. Двумичанской, Н.А. Кузнецовой и др.); использованию в учебном процессе дистанционных технологий (исследования А.А. Андреева, С.Л. Тимкина, Л.С. Шушпановой, С.А. Щенникова и др.); исследованию структуры дистанционных курсов обучения (работы С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкуна, Н.В. Матецкого, Е.С. Полата, И.В. Роберт, В.И. Снегуровой, А.В. Хуторского и др.); упорядочиванию учебного материала иерархическими структурами понятий (С.А. Бешенков, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Н.Е. Эрганова и др.); особенностям разработки электронных учебных курсов с использованием системы дистанционного обучения Moodle (исследования Е.А. Ахуновой, М.Ю. Глотовой, О.Ю. Зайцевой, И.А. Леонтьевой и др.);

проектированию и реализации электронных учебных курсов (исследования Т.В. Зыковой, Т.О. Кочетковой, К.В. Сафонова, Т.В. Сидоровой, В.А. Шершневой и др.).

Е.А. Ахунова считает, что разработка оптимальной структуры электронного учебного курса в среде Moodle способствует более эффективному его использованию в учебном процессе и повышению уровня знаний студентов [1, с. 28]. О.Ю. Зайцева рассматривает СДО Moodle при обучении профильным дисциплинам студентов педагогического вуза как эффективное средство формирования общекультурных и профессиональных компетенций студентов [6]. Ф.Г. Ребрина и И.А. Леонтьева выделяют этапы разработки электронного курса, содержание работы на каждом из них и обучающие возможности платформы Moodle для реализации качественного высшего образования [9]. Г.В. Кравченко утверждает, что высокая эффективность организации образовательного процесса достигается при сочетании различных форм дистанционного обучения с традиционными [8].

А.С. Шевченко выявил следующие преимущества использования электронных учебных курсов в СДО Moodle: овладение всем курсом полностью, независимо от формы обучения и количества аудиторных часов, отведенных на дисциплину в учебном плане; реализация творческих потенциалов преподавателей и студентов; эффективная организация учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся; реализация балльно-рейтинговой системы оценки результатов овладения курсом; реализация требований ФГОС СПО; повышение мотивации студентов; реализация личностно-ориентированного подхода к процессу обучения [12, с. 426].

С.И. Белозёрова и О.И. Чуйко описывают процесс создания и сопровождения учебных курсов по таким дисциплинам, как «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии», «Интеллектуальный анализ данных», «Проектный практикум», «Информационные системы в экономике», «Разработка Internet-приложений и проектирование web-сайтов» и др. [2].

А.С. Смирнова и М.А. Афанасьева рассматривают комплекс методических и технических особенностей разработки дистанционных курсов в СДО Moodle. Особое внимание авторы уделяют интерактивному взаимодействию преподавателей и студентов, реализующемуся через чаты или форумы, для удобных и быстрых обменов сообщениями между участниками образовательного процесса [10].

Г.С. Голошумовой и О.Е. Черновой выделен педагогический потенциал платформы Moodle, связанный с отсутствием ограничений на количество инсталляций и пользователей, с возможностью организации индивидуальной и групповой учебной деятельности, с гибкостью, вариативностью педагогических подходов и с наличием широкого спектра инструментов при разработке учебных курсов [5].

Также Г.С. Голошумова и О.Е. Чернова определили педагогические условия, которые способствуют максимальному использованию потенциала платформы Moodle: обеспечение профессиональной готовности и мотивации преподавателя к работе с платформой Moodle; формирование и развитие ценностного отношения студентов к автономной деятельности; организация подготовки студентов к автономной работе на платформе [5].

А.В. Корень отмечает комплекс важных особенностей создания и функционирования электронных учебных курсов в среде Moodle, связанных с интерактивным взаимодействием

субъектов образовательного процесса; четким планированием учебного процесса; использованием широкого спектра уникальных заданий (виртуальный кейс и командный конкурс); применением гиперссылок на внутренние и внешние образовательные ресурсы; возможностью использования цифровых контентов [7, с. 23].

О.Г. Смолянинова, В.В. Трофимова, А.А. Мороз и Н.П. Матусевич считают, что при разработке электронных курсов в LMS Moodle необходимо учитывать трансформацию традиционных дидактических подходов, следует использовать установку на интерактивность учебного процесса не как идеологическую, а как операциональную [3].

В.А. Шелеметьева утверждает, что применение электронных учебных курсов, созданных без учета возрастных и социально-психологических особенностей обучающихся, является не целесообразным, что указывает на необходимость использования андрагогического подхода [13].

Т.Н. Шалкина предлагает систему показателей качества электронного учебного курса, которая интегрирует дидактические, технические, дизайн-эргономические и технологические характеристики [11].

А.Д. Шматко, А.А. Самодуров и Е.Б. Зеновский разработали основные положения проведения тестирования студентов высших учебных заведений в программе Moodle для обеспечения объективности результатов [14].

С опорой на имеющиеся исследования по рассматриваемой теме был разработан электронный учебный курс по дисциплине «Теоретические основы информатики» в системе дистанционного обучения Moodle для использования в образовательной среде вуза.

Рассмотрим данный процесс более подробно.

Вход с СДО Moodle имеет следующий вид (рис. 1).

Рис. 1. Вход в СДО Moodle

Создание курса начиналось с редактирования его настроек (рис. 2): выбор категории, полное название курса, краткое название курса, описание курса, формат, дата начала курса и др.

Первый этап по созданию электронного учебного курса «Теоретические основы информатики» заключался в создании его логической структуры и наполнении новым материалом и информационными ресурсами. На втором этапе осуществлялась настройка элементов курса с целью выстраивания индивидуальных образовательных траекторий для всех обучающихся.

Редактировать настройки курса

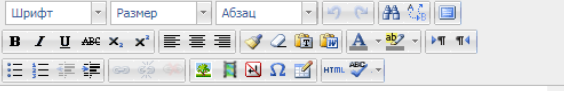
Общее

Категория  Рабочие программы и методические рекомендации для студентов ▼

Полное название курса*  Теоретические основы информатики

Краткое название курса*  ТОИ

ID курса 

Описание курса 

В курсе рассмотрены предмет, структура, место информатики в системе наук, различные подходы к определению информации, вопросы теории информации Шеннона, теории кодирования, криптографии, элементы теории алгоритмов и теории конечных автоматов, а также общие вопросы моделирования и описания систем. Учебное пособие содержит краткий теоретический материал, примеры решения задач, вопросы и задания для самоконтроля, тестовый материал, а также практические работы (по вариантам).
Путь: p

Формат  Разделы по темам ▼

Дата начала курса 
27 ▼ Март ▼ 2020 ▼

Новости  5 ▼

Показывать журнал оценок  Да ▼
студентам 

Показывать отчет о деятельности  Да ▼


Максимальный размер  2Мбайт ▼
загружаемого файла 

Настройки форматирования Разделы по темам

Количество недель/тем  10 ▼

Отображение скрытых разделов  В развернутом виде ▼

Рис. 2. Редактирование настроек электронного учебного курса «Теоретические основы информатики»

Главная страница электронного учебного курса «Теоретические основы информатики» представлена на рис. 3.

Рассмотрим содержание блоков левой колонки главной страницы:

1. Блок основного меню включает новостные форумы – информационные ресурсы, предназначенные для сообщения оперативной информации преподавателям и студентам. Это могут быть новые события, изменения в содержании разделов курса, напоминания о сдаче промежуточных и итоговых заданий, тестов, практических и лабораторных работ и т.д.

2. Блок навигации предполагает возможность переходов в начало курса, на домашнюю страницу, страницы сайта, в собственный профиль, в разделы курса.

Рассмотрим содержание блоков правой колонки главной страницы (рис. 4):

1. Блок «Люди (участники)». Данная категория включает информацию обо всех участниках данного электронного учебного курса.

2. Блок «Элементы курса». В данной категории сгруппированы по типу все учебные элементы курса: глоссарий, задания, ресурсы, форумы.

3. Блок «Пользователи на сайте». Данная категория демонстрирует всех участников курса, изучающих его в реальном времени.

4. Блок «Обмен сообщениями». В данной категории отражается информация, касающаяся личных переписок.

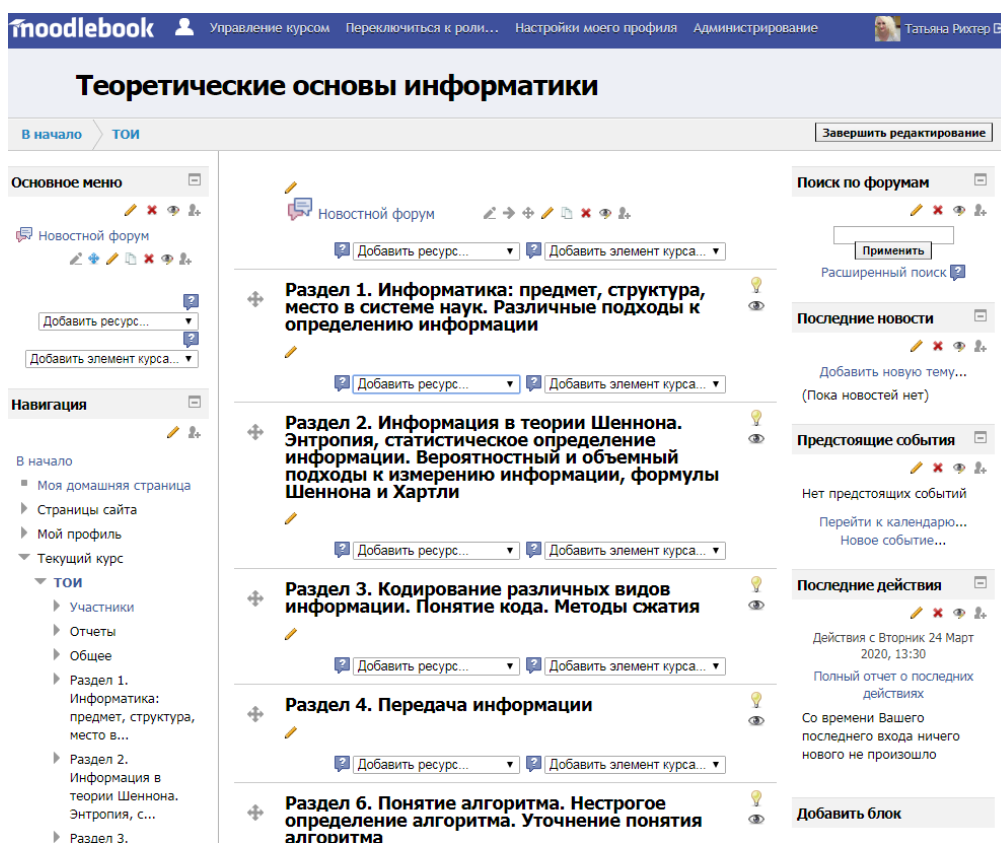


Рис. 3. Интерфейс главной страницы электронного учебного курса «Теоретические основы информатики»

Центральная колонка содержит новостной форум и все учебные элементы электронного учебного курса в виде гиперссылок (тематические разделы-модули, содержащие теоретический материал, ссылки на интернет-ресурсы, презентационный материал, пошаговые инструкции, методические указания, различные виды заданий, тесты и т.д.). Режим редактирования (изменение материалов курса) доступен только для администратора, создателя курса, преподавателя, имеющего право редактирования.

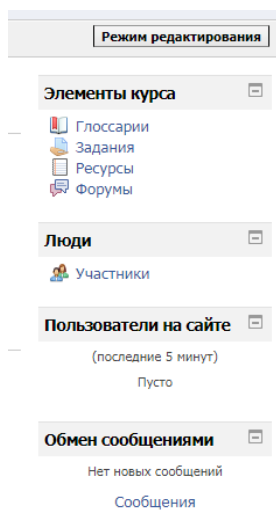


Рис. 4. Содержание блоков правой колонки главной страницы

Приведем сводку всех иконок, представляющих различные инструменты редактирования (рис. 5).

Иконка	Назначение
	Редактировать
	Изменить название
	Переместить вправо
	Перенести
	Дублировать
	Удалить
	Скрыть
	Изменить группы
	Назначить роли

Рис. 5. Сводка иконок, представляющих инструменты редактирования

При разработке электронного учебного курса «Теоретические основы информатики» использовались следующие ресурсы: анкеты, предназначенные для проведения различных опросов с целью выявления определенных фактов; базы данных; глоссарий (составление списка определений); несколько видов заданий (использование любых форматов для получения ответов в электронном виде); лекции; опросы (голосование обучающихся); пояснение (произвольный текст и графические материалы); рабочая тетрадь; семинары; тестовые материалы различных видов; различные форумы (вопрос – ответ, работа по собственной теме, стандартное обсуждение); чаты (обсуждения в реальном времени).

В качестве примера приведем глоссарий по дисциплине (рис. 6).

Рис. 6. Глоссарий

По результатам опытно-поисковой работы, связанной с применением в обучении СДО Moodle, можно сделать следующие выводы.

1. СДО Moodle можно рассматривать и как средство создания учебных курсов, и как средство обеспечения интерактивного взаимодействия между субъектами образовательного процесса.

2. Использование СДО Moodle при изучении дисциплины «Теоретические основы информатики» способствует повышению мотивации студентов, росту интереса к предмету, развитию познавательной самостоятельности.

3. Материалы исследования должны способствовать совершенствованию методов и форм обучения в вузе, созданию условий для самореализации личности студентов, их развитию и саморазвитию, разработке инновационных образовательных проектов, включающих организацию единого телекоммуникационного дистанционного пространства.



Список цитируемых источников

1. Ахунова Е.А. Разные подходы к разработке структуры электронного учебного курса в среде Moodle // Наука, образование и культура. – 2015. – № 2 (2). – С. 26–28.

2. Белозёрова С.И., Чуйко О.И. Опыт применения LMS Moodle для создания и сопровождения учебных курсов // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 1. – С. 78.

3. Возможности совершенствования учебного процесса с использованием LMS Moodle / О.Г. Смолянинова, В.В. Трофимова, А.А. Мороз, Н.П. Матусевич // Современный ученый. – 2019. – № 5. – С. 116–121.

4. Глотова М.Ю., Самохвалова Е.А. Индивидуальные образовательные траектории на базе систем дистанционной поддержки образовательного процесса на примере СДО Moodle // Наука и школа. – 2015. – № 5. – С. 60–68.

5. Голошумова Г.С., Чернова О.Е. Возможности использования электронной образовательной платформы Moodle в образовательном процессе вуза // Филологический класс. – 2017. – № 3 (49). – С. 52–58.

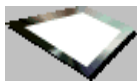
6. Зайцева О.Ю. Опыт использования веб-ориентированной среды Moodle в формировании профессиональной компетентности бакалавров // Вектор науки Тольят. гос. ун-та. Сер.: Педагогика, психология. – 2014. – № 4 (19). – С. 57–60.

7. Корень А.В. Особенности разработки учебных курсов с использованием электронной образовательной среды Moodle // Науковедение: интернет-журн. – 2013. – № 1 (14). – С. 21.

8. Кравченко Г.В. Педагогические особенности организации дистанционного обучения в среде Moodle // Известия Алтайск. гос. ун-та. – 2015. – № 3-1 (87). – С. 59–63.

9. Ребрина Ф.Г., Леонтьева И.А. Этапы разработки электронного учебного курса на платформе LMS Moodle // Вестник Челяб. гос. пед. ун-та. – 2014. – № 2. – С. 204–213.

10. Смирнова А.С., Афанасьева М.А. Разработка дистанционного курса в образовательной среде Moodle // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 133. – С. 365–378.
11. Шалкина Т.Н. Показатели и критерии качества электронного учебного курса // Образовательные технологии и общество. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 608–619.
12. Шевченко А.С. Использование системы дистанционного обучения Moodle для организации самостоятельной работы студентов среднего профессионального образования // Ученые заметки ТОГУ. – 2016. – Т. 7, № 4-1. – С. 418–426.
13. Шелеметьева В.А. Принципы андрагогического подхода в разработке электронных учебных курсов // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 62-2. – С. 248–250.
14. Шматко А.Д., Самодуров А.А., Зеновский Е.Б. Перспективы использования системы дистанционного обучения Moodle в образовательном процессе вузов // Ученые записки междунар. банк. ин-та. – 2015. – № 11-1. – С. 46–56.



УДК 378.147

И.М. Зенцова

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ BYOD (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»)

Рассматриваются вопросы формирования информационной компетенции у студентов в высшей школе, определены компоненты данной компетенции и этапы ее развития. Выявлены особенности использования технологии BYOD для формирования информационной компетенции при изучении дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» студентами высших учебных заведений.

К л ю ч е в ы е с л о в а : компетентностный подход, информационная компетенция, технология BYOD, студенты, высшее образование, теория вероятностей и математическая статистика.

Ориентированное на компетенции образование формировалось в Америке в 70-х гг. XX в. Проблема содержания понятия «компетенция» обсуждалась в работах и исследованиях таких зарубежных ученых, как R. White (1959), N. Chomsky (1965), J. Raven (1984) и др. Большинство зарубежных исследователей рассматривают компетенции с позиции личностно-деятельностного подхода. В своей наиболее известной книге «Компетентность в современном обществе», переведенной на русский язык в 2002 г., J. Raven определяет виды компетентностей. В это время исследователи начинают не только изучать компетенции, но и определять конечный результат процесса образования через формирование компетенций.

В нашей стране происходит резкая переориентация оценки результата образования на понятия «компетенция», «компетентность» обучающихся после выхода следующих нормативных документов: «Стратегия модернизации содержания общего образования» (2001) и «Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года» (2002). Под руководством И.А. Зимней, В.И. Байденко, Ю.Г. Татура в мае 2004 г. был организован семинар «Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы». В контексте европейских тенденций глобализации основоположники компетентностного подхода в России сделали попытку включить компетентностную модель образования в уже существующую, пересмотреть стандарты высшего образования.

В настоящее время реализация компетентностного подхода в высшем образовании обсуждается в диссертационных исследованиях М.О. Омаровой (2018), Е.В. Савенковой (2018), А.М. Нажмиддинова (2019) и др. Ученых интересуют методические подходы к формированию отдельных видов компетентностей, таких как организационно-управленческая, проектная и др.

В области формирования информационной компетенции можно назвать работы Н.И. Самойловой (2008), Е.Э. Турутиной (2008), Н.И. Сакович (2009), Н.П. Табачук (2009), С.В. Савельевой (2010), А.С. Нефедовой (2011), Е.А. Косоруковой (2015), С.Г. Смолиной (2017) и др.

В настоящее время понятие информационной компетентности также является многозначным. Авторы делают разные акценты в раскрытии этого понятия.

Информационная компетенция, с точки зрения Е.А. Косоруковой, представляет собой интегративное качество личности специалиста, отражающее процессы отбора, усвоения, переработки, трансформации и генерирования информации в особый тип предметно-специфических знаний, позволяющее вырабатывать, принимать, прогнозировать и реализовывать оптимальные решения в различных сферах деятельности [4, с. 10].

К содержательным характеристикам информационной компетенции Н.П. Табачук относит: знание особенностей информационных потоков в своей предметной области; умение искать, выбирать информацию из разных источников и оценивать степень ее достоверности; умение использовать в своей деятельности современные информационные технологии [7, с. 121–122].

Информационная компетенция включает в себя поиск информации, представление о ее классификации и обработке, ее вклад в решение конкретной проблемы. Данная компетенция служит эффективным средством оптимизации любой деятельности, нацеленной на решение задач и обеспечивающей результативность работы с программным обеспечением и техникой.

В состав информационной компетенции Н.Р. Шевко включает: знание особенностей документальных потоков в своей области деятельности, возможностей различных систем поиска информации; умение работать с различными источниками и владение основными способами переработки информации [9, с. 504–505].

С.В. Тришиной определены следующие компоненты информационной компетенции: когнитивный, ценностно-мотивационный, технико-технологический, коммуникативный, рефлексивный [8].

В.В. Котенко и С.Л. Сурменко считают, что в структуре информационной компетенции следует выделить четыре компонента: ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный и педагогическую рефлексию [5].

С точки зрения А.С. Нефедовой, информационную компетентность следует формировать в соответствии с этапами ее развития: стратегическим, тактико-операционным, аналитико-рефлексивным. Целью стратегического этапа является обучение студентов приему выбора цели деятельности. На тактико-операционном этапе происходит обучение механизмам интерпретации информации. Аналитико-рефлексивный этап позволит обучить студентов анализу критериев выбора информации, составлению индивидуального листа разрешения ситуаций определенности и неопределенности [6, с. 8].

Таким образом, под информационной компетенцией следует понимать способность применять информационно-коммуникационные технологии. Данная компетенция включает ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный, рефлексивный компоненты и формируется на стратегическом, тактико-операционном, аналитико-рефлексивном этапах.

В настоящее время информационно-коммуникационные технологии и мобильные устройства непрерывно эволюционируют. Необходимость применения консьюмеризации в учебной работе отмечена в статье Д.А. Антоновой, Е.В. Оспенниковой, Е.В. Спирина [1]. Консьюмеризация подразумевает допуск сотрудников к сети предприятия и в Интернет с их личных мобильных устройств.

В рамках консьюмеризации выделяют технологии BYOD (Bring Your Own Device – «Принесите свое собственное устройство и используйте его для доступа к корпоративным ресурсам») и BYOA (Bring Your Own Application – «Принесите на работу собственное приложение и используйте его для обработки корпоративных данных»). С точки зрения С.С. Колоскова, В.Н. Бабешко и А.В. Самочадина, технология BYOD повышает престиж учебного заведения, способствует экономии до 40 % издержек на оснащение и техническое обслуживание рабочих мест сотрудников [3, с. 82].

В образовании использование технологии BYOD понимается как применение ноутбуков, планшетов и смартфонов не только в домашних условиях, но и непосредственно в вузе [3]. Чаще всего у студента с собой оказываются смартфон и планшет, поэтому в настоящее время технология BYOD сводится к применению данных мобильных устройств.

Особенности использования мобильных устройств отражены в диссертационных исследованиях Д.О. Королевой (2018), М.Ю. Новикова (2019) и др., в статьях Д.А. Арсентьева, Д.А. Денисова (2013), С.В. Титовой, А.П. Авраменко (2013), Е.А. Козак, Е.В. Шевчук (2014), Ю.В. Еремина, Е.А. Крыловой (2014), С.С. Колоскова, В.Н. Бабешко, А.В. Самочадина (2015), Д.А. Абдураззаковой (2019) и др.

Рассмотрим применение технологии BYOD в учебном процессе высшего учебного заведения для формирования информационной компетенции, включающей следующие компоненты: ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный и рефлексивный.

Ценностно-мотивационный компонент информационной компетенции формируется через развитие интереса к овладению и использованию мобильных приложений, а также через расширение мотивационной сферы. Для этой цели можно применять мобильные версии социальных сетей, например, таких: «ВКонтакте», «Одноклассники», «Мой мир» и др. Преподаватель может публиковать ссылки, интересные посты и другие материалы по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». Особенности применения сетевых социальных сервисов представлены в работах И.В. Яковлевой и Е.В. Оспенниковой [10, 11].

Когнитивный компонент информационной компетенции студентов высшей школы составляет основу развития навыков поиска необходимой информации, умения аргументированно обосновать свой выбор. Формирование когнитивного компонента можно пронаблюдать через пополнение знаний о мобильных приложениях, умение совершать выбор наиболее оптимального мобильного приложения, умение пользоваться выбранным мобильным приложением и корректно применять его в профессиональной деятельности.

На основе мобильных версий таких облачных сервисов, как Google.Диск, Облако@mail.ru, Яндекс.Диск и других, студентам удобно пользоваться размещенными преподавателем заданиями, инструкциями и примерами выполненных упражнений по дисциплине «Теория

вероятностей и математическая статистика». Ссылки на файлы в облаке, сформированные преподавателем, можно разместить в чате или в социальной сети.

Для оптимальной организации деятельности обучающихся по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» можно использовать QR-код – двухмерный штрих-код, который предоставляет информацию для ее распознавания с помощью камеры на мобильном устройстве.

Студентам, наиболее заинтересовавшимся дисциплиной «Теория вероятностей и математическая статистика», преподаватель может предоставить QR-коды со ссылками на литературу по данной дисциплине в бумажном или электронном виде. Также преподаватель может создать тест по проверке знаний в Googl.Формах (<https://forms.google.com>). Далее на основе генератора QR-кодов [2] преподаватель может получить ссылку на данный тест и предоставить сгенерированный QR-код обучающимся. Студенты в своих мобильных устройствах с камерой при помощи программы для сканирования QR-кода (например: сканер QR- и штрих-кодов, QR Droid, Kaspersky QR Scanner и др.) получают гиперссылку и, перейдя по ней, извлекают соответствующую информацию. Студенты таким же способом создают QR-коды выполненных работ и отправляют их преподавателю на проверку на бумаге или в электронном виде через мессенджеры или социальные сети.

Деятельностный компонент информационной компетенции представлен через возможность применения мобильных приложений в обучении. С этой целью организуется просмотр студентами видеоматериалов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», записи видеофайлов с ответами на вопросы по лекциям и др.

Преподаватель может организовать самостоятельную работу обучающихся по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» с помощью мессенджеров (Viber, Skype, Telegram, WatsApp, Facebook и др.), как правило, уже встроенных в смартфон. В том или ином мессенджере, наиболее распространенном среди студентов, преподаватель может создать отдельные группы. Основная функция мессенджеров может состоять в обсуждении заданий по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». До даты их сдачи студенты могут задавать уточняющие вопросы преподавателю. Поскольку диалог в чате виден всем, то повторов вопросов не будет.

Мобильные браузеры CM Browser, Google Chrome, Яндекс Браузер, Dolphin и другие позволят найти с помощью мобильного приложения видеолекции по теории вероятностей и математической статистике (например: «Основные понятия теории вероятностей. Схема Лапласа», URL: <https://www.youtube.com>).

Преподавателю необходимо знать, как студенты усвоили ту или иную тему по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». Для того чтобы принять решение о закреплении темы или о переходе к следующей, можно запустить опрос или тест, который будет по прямой ссылке отображаться на мобильном устройстве студентов.

Имеются мобильные приложения, называемые дашбордами, позволяющие отобразить результаты в режиме реального времени. Эти приложения характеризуются отчетами, чаще всего с элементами инфографики. В режиме реального времени ответы на вопросы теста помещаются в таблицу, по которой преподаватель сможет оценить степень усвоения материала, затраченное время на решение отдельного задания каждым студентом.

Среди дашбордов можно выделить такие мобильные приложения, как SurveyMonkey, Mentimeter, Kahoot и др.

Программа SurveyMonkey (рис. 1) распространяется бесплатно. Она дает возможность создать опрос, который позволяет перейти к следующему заданию только после полученного ответа. Также благодаря данной программе можно предложить обучающимся все вопросы на одной странице. Еще одним вариантом использования SurveyMonkey является создание опроса с помощью беседы в чате.

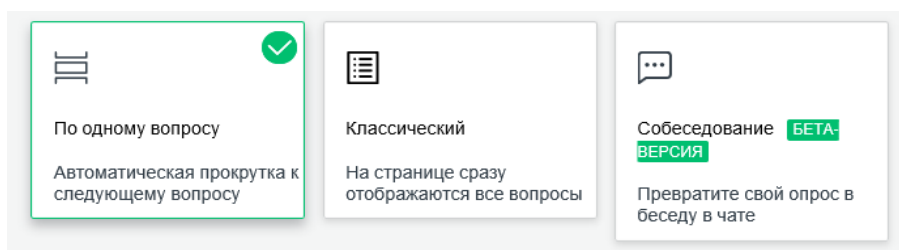


Рис. 1. Интерфейс программы SurveyMonkey

Для работы с приложением Mentimeter требуется пройти регистрацию. Данное приложение на английском языке имеет интуитивно понятный интерфейс (рис. 2). Три вопроса в данной программе можно создать бесплатно.

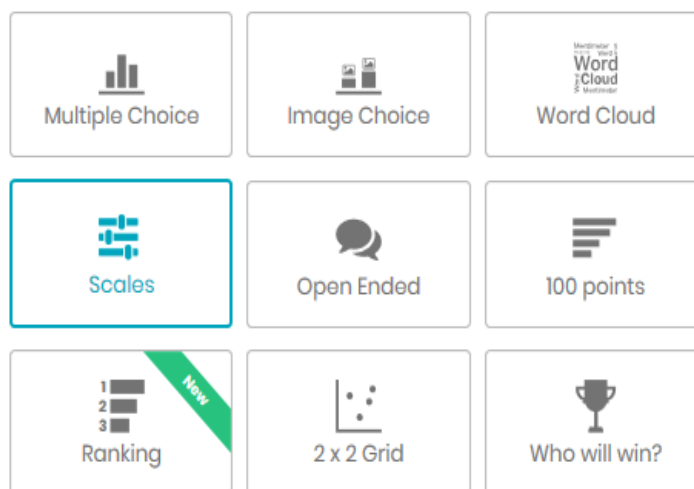


Рис. 2. Интерфейс программы Mentimeter

Программа Kahoot на английском языке (рис. 3) предназначена для создания онлайн-викторин, тестов и опросов. Эта программа является платной, имеет интуитивно понятный интерфейс. Для работы с сервисом Kahoot требуется регистрация.

Рефлексивный компонент информационной компетенции проявляется через формирование самосознания и самооценки личности студента и побуждение к самосовершенствованию в процессе использования мобильных приложений.

Использование мобильных приложений (Google Slide, Prezi Viewer, Polaris Office, Microsoft PowerPoint и др.) для составления личного портфолио позволит студентам

продемонстрировать результаты работы по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика».

При прохождении дистанционного курса Б. Бояршинова «Теория вероятностей и математическая статистика» (URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/637/493/info>) студенты могут планировать индивидуальную образовательную траекторию с использованием возможностей таких мобильных приложений, как Remember the Milk, The Knot Wedding Planner, Any.Do и др.

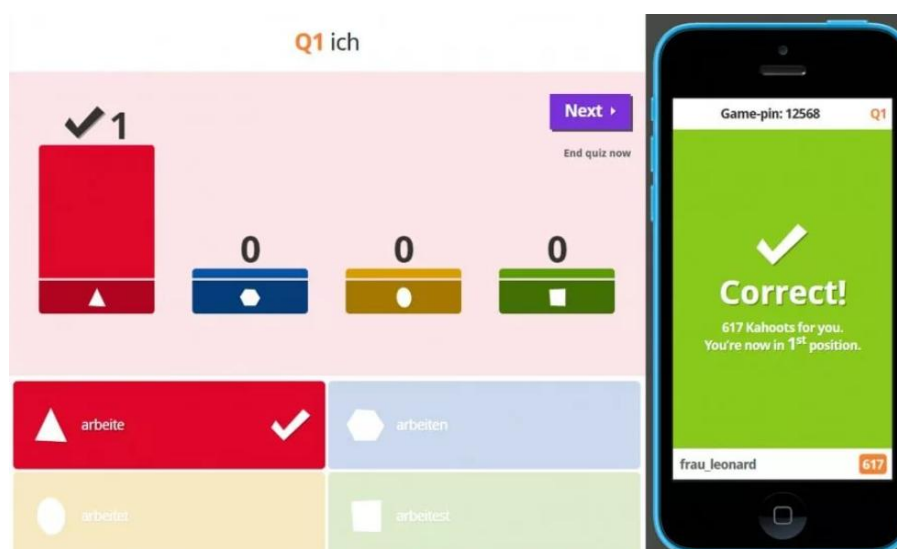


Рис. 3. Интерфейс программы Kahoot

Следует отметить, что формирование информационной компетенции может рассматриваться на трех уровнях: ситуационном (кратковременное использование технологии BYOD), системном (применение технологии BYOD в процессе обучения в высшем учебном заведении), творческом (использование технологии BYOD в самообразовании, выполнении творческих заданий).

Таким образом, в статье показаны особенности формирования информационной компетенции студентов с помощью технологии BYOD по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». Выделены такие компоненты информационной компетенции, как ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный и рефлексивный.



Список цитируемых источников

1. Антонова Д.А., Оспенникова Е.В., Спирин Е.В. Цифровая трансформация системы образования. Проектирование ресурсов для современной цифровой учебной среды как одно из ее основных направлений // Вестник Перм. гос. гуманит.-пед. ун-та. Сер.: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2018. – № 14. – С. 5–37.

2. Генератор QR-кодов [Электронный ресурс]. – URL: <http://qrcoder.ru/> (дата обращения: 22.03.2020).

3. Колосков С.С., Бабешко В.Н., Самочадин А.В. Ключевые показатели эффективности при управлении образовательными организациями с использованием технологии MDM и BYOD // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2015. – № 6 (234). – С. 81–94.

4. Косорукова Е.А. Формирование информационной компетенции студентов средствами контекстно-проектной технологии: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Калуга, 2015. – 24 с.

5. Котенко В.В., Сурменко С.Л. Информационно-компьютерная компетентность как компонент профессиональной подготовки будущего учителя информатики [Электронный ресурс]. – URL: <http://metodist.edu54.ru/node/42302> (дата обращения: 27.03.2020).

6. Нефедова А.С. Развитие информационной компетентности студентов заочных отделений педагогических вузов в процессе обучения математическому анализу: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Екатеринбург, 2011. – 23 с.

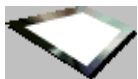
7. Табачук Н.П. Информационная компетенция студентов гуманитарного вуза // Высшее образование в России. – 2007. – № 9. – С. 121–124.

8. Тришина С.В. Информационная компетентность как педагогическая категория [Электронный ресурс]. – URL: <http://eidos.ru/journal/2005/0910-11.htm> (дата обращения: 27.03.2020).

9. Шевко Н.Р. Проблемы определения информационной компетентности на современном этапе // Ученые записки Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Т. 212. – С. 503–507.

10. Яковлева И.В., Оспенникова Е.В. Модели применения сетевых социальных сервисов в обучении // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 5. – С. 46–51.

11. Яковлева И.В., Оспенникова Е.В. Образовательное значение сетевых социальных сервисов // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 5. – С. 118–121.



УДК 004 (07)

А. Ф. Кузаев

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В РАМКАХ УЧЕБНОГО КУРСА «WEB-ПРОГРАММИРОВАНИЕ» КАК СРЕДСТВО ПРОПЕДЕВТИКИ ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ОСНОВ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Современные web-приложения обладают высоким уровнем интерактивности. Они становятся все более интеллектуальными («умными» приложениями) за счет использования методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения при разработке сервисов сети Интернет. Данная статья посвящена анализу и обобщению опыта реализации межпредметных связей в рамках учебного курса «Web-программирование» с целью пропедевтики изучения студентами основ искусственного интеллекта и применения методов ИИ в разработке web-приложений. Опытно-поисковая работа проводилась при обучении студентов старших курсов направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Знакомство студентов с методами ИИ и теорией нейронных сетей осуществлялось на примере использования фреймворка Brain.js языка программирования JavaScript, применяемого для разработки web-приложений. Во время занятий студентами изучалась структура фреймворка, осваивались способы его использования на примере решения классических задач из нейрокибернетики. Приобретенные будущими специалистами умения и навыки являются важной составляющей их профессиональной подготовки, связанной с применением технологий искусственного интеллекта в разработке сетевых сервисов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : информационные технологии, web-программирование, искусственный интеллект, нейронная сеть, фреймворки языка программирования JavaScript, междисциплинарные связи.

Студенты ИТ-специальностей во время обучения в вузе, безусловно, должны освоить основные парадигмы программирования на основе тех или иных языков программирования и получить навыки создания web-приложений для сети Интернет. Следует отметить, что профессия web-разработчика является одной из наиболее востребованных и, что немаловажно, достаточно высокооплачиваемой.

Дисциплину «Web-программирование» студенты-бакалавры направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии» факультета информатики и экономики ПГГПУ изучают в течение одного семестра на четвертом курсе. В учебном процессе используется стандартная линейка инструментов. Во-первых, это язык разметки гипертекста HTML и каскадные таблицы стилей CSS как некоторый фундамент, без которого не обходится ни один web-разработчик. Во-вторых, это мультипарадигменный язык программирования JavaScript, который является самым распространенным инструментом для создания интерфейсов в браузере и одним из самых популярных языков в мире. Например, в рейтинге TIOBE за

прошедший период 2020 г. JavaScript занимает 6-е место [18]. Индекс ТЮВЕ отображает уровень популярности языков программирования на основе подсчета результатов поисковых запросов, содержащих название языка. Чаще всего рассматриваемый язык используется для так называемой frontend-разработки, т.е. для реализации клиентской стороны пользовательского интерфейса к программно-аппаратной части того или иного интернет-сервиса. В-третьих, это язык программирования PHP в связке со свободно распространяемой реляционной системой управления базами данных MySQL. PHP используется для разработки серверной (backend) части ресурса.

Вышеописанные языки web-программирования являются достаточно популярными, их описанию посвящено много учебной литературы, самоучителей, пособий для «чайников». Многие прилежные студенты осваивают эти инструменты для создания web-приложений собственными силами, используя те или иные обучающие ресурсы сети Интернет. Преподавателю необходимо структурировать содержательную часть дисциплины и выстраивать учебный процесс с учетом этих обстоятельств. Представляется вполне уместным, если несложный для освоения материал базовой программы дисциплины будет вынесен за рамки аудиторных занятий на так называемую самостоятельную работу студентов. Аудиторные занятия целесообразнее посвятить изучению более сложных тем курса и освоению перспективных, широко используемых в настоящее время информационных технологий, имеющих тесную связь с преподаваемой дисциплиной. К таковым можно отнести, например, обработку больших данных, машинное обучение, блокчейн-технологии, интернет вещей и др. С одной стороны, это позволит активнее вовлекать студентов в самостоятельную работу по изучению отдельных тем дисциплины. С другой стороны, позволит учащимся, не в ущерб базовому содержанию курса, познакомиться с используемыми в настоящее время средствами разработки web-приложений и инновационными технологиями.

На субъективный взгляд автора, лидером среди подобных технологий является направление информатики, связанное с искусственным интеллектом и интеллектуальными информационными системами (ИИС). Без всякого преувеличения можно даже говорить о технологическом прорыве в этой области. Методы искусственного интеллекта, в частности, нейронные сети и машинное обучение (machine learning), находят широкое применение в различных сферах человеческой деятельности. Искусственный интеллект уже не просто научная фантастика, а повседневная реальность, проникающая в такие отрасли материального производства и социально-культурного направления, как промышленность, транспорт, медицина, маркетинг, web-дизайн, образование. ИИ является одним из трендовых направлений, которым охвачены все развитые государства мира. На фоне этого роста в целях обеспечения ускоренного развития технологий искусственного интеллекта в России указом президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» [8].

Web-технологии, появившись чуть более четверти века назад, в настоящее время вобрала в себя все передовые достижения науки и техники. Первая версия языка разметки гипертекста HTML, разработанная в 1991 г. сотрудниками Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN), была предназначена для структурирования и форматирования только текстовой информации. Но сегодня, наверное, мало кто будет оспаривать тот факт, что

современные технологии web-разработки и методы искусственного интеллекта тесно переплелись. Технологии ИИ позволяют создавать более эффективные, адаптивные и дружелюбные сайты, активно используются чат-боты и голосовой поиск. Web-ресурсы могут обучаться, наблюдая за поведением и предпочтениями пользователя. Интеллектуальные компоненты интернет-сервисов трудятся над повышением конверсии сайтов, улучшением UX-дизайна, оптимизируют контент и даже пишут авторские тексты. Это далеко не полный перечень примеров использования технологий ИИ в web-разработке.

Тесное переплетение двух вышеупомянутых технологий позволяет говорить о наличии межпредметных связей между дисциплиной «Web-программирование» и учебными курсами по теории и методам искусственного интеллекта. Межпредметные связи – это объективно существующие связи между информацией из разных областей науки и практики, входящей в содержание обучения. О важной роли межпредметных (междисциплинарных) связей, их учете в процессе обучения написано много работ. Еще Ян Амос Коменский, которого считают основоположником педагогики как науки, подчеркивал: «Все, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи» [2]. Английский педагог и философ Джон Локк говорил о необходимости наполнения одного предмета элементами другого в процессе обучения. Основоположник научной педагогики в России К.Д. Ушинский утверждал, что система знаний позволяет подняться до высоких логических и философских отвлечений, а обособленность знаний приводит к омертвлению идей, понятий. Разработкой теории межпредметных связей занимались Н.К. Крупская, Ю.К. Бабанский, Г.И. Батурина, И.Д. Зверев, Т.А. Ильина, П.Г. Кулагин, В.С. Леднев, В.Н. Максимова, М.Н. Скаткин, С.А. Шапоринский и многие другие выдающиеся педагоги и ученые. С точки зрения современной педагогики межпредметные связи определяют системность информации. Отражение этих связей в сознании учащихся делает знания более прочными, структурированными, гибкими и подвижными [3].

Очевидно, что выявление междисциплинарных связей целесообразно начинать на этапе разработки учебно-методической документации, что должно отразиться на последовательности изучения учебных дисциплин. Так как «...основной задачей при установлении междисциплинарных связей является формирование системности и целостности знаний, то учебный материал, отбираемый для осуществления междисциплинарных связей, должен быть ярким, убедительным и без искусственного привлечения его к изучаемым темам» [4]. Эту задачу можно решить путем создания и использования в учебном процессе комплексных практических заданий.

В учебно-методическом комплексе дисциплины «Web-программирование» в разделе «Язык программирования JavaScript» есть темы, которые посвящены знакомству с фреймворками данного языка. Пропедевтику изучения основ теории искусственного интеллекта, знакомство студентов с нейронными сетями, раскрытие межпредметных связей между дисциплинами можно осуществить в рамках этих тем во время проведения практических занятий по web-программированию.

Напомним, что фреймворк (от *framework* – остов, каркас, структура) – это программная платформа, определяющая структуру программной системы; программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта [1]. Популярность и востребованность современных языков программирования во многом как

раз определяется наличием системы библиотек и (или) фреймворков, позволяющих быстро и комфортно решать информационные задачи из разных предметных областей человеческой деятельности. JavaScript обладает широким перечнем средств, облегчающих разработку приложений, например, React, Angular, Vue.js, JQuery, Node.js, Redux, GraphQL и многие другие.

Существует множество фреймворков языка JavaScript, связанных с искусственным интеллектом, нейронными сетями, методами машинного обучения. Перечислим только некоторые.

1. **Brain.js**. Данная платформа предназначена для построения нейронных сетей в браузере или в Node.js. Можно использовать разные типы сетей в зависимости от решаемой задачи [13].

2. **Synaptic**. Эта платформа используется для построения нейронных сетей также для Node.js или браузера, она позволяет обучать архитектуры нейронных сетей первого и второго порядков. Проект содержит несколько встроенных архитектур – многослойный перцептрон, многослойная сеть долгой краткосрочной памяти, LSM (liquid state machine) и тренер (trainer), способный обучать сети [16].

3. **Neataptic**. Данный фреймворк позволяет осуществлять нейроэволюцию и обратное распространение для браузера и Node.js. Он содержит несколько встроенных сетей – перцептрон, LSTM и др. [15].

4. **TensorFlow.js**. Это фреймворк от компании Google с открытым исходным кодом, который можно применять для определения, обучения и запуска моделей машинного обучения, используя только браузер [17].

5. **Neuro.js** представляет собой JavaScript-библиотеку глубокого обучения и обучения с подкреплением в браузере [14].

Во время лекционных занятий по дисциплине «Web-программирование», в теме «Фреймворки языка программирования JavaScript» раздела «Язык JavaScript», студенты получают начальные представления о теории искусственного интеллекта и методах нейрокибернетики. В рамках данной статьи мы не будем подробно останавливаться на теоретическом материале, связанном с математической моделью нейрона, с его строением и характеристиками, с алгоритмами обучения нейронных сетей. Отметим, что для первоначального знакомства или более глубокого погружения в тематику ИИ студенты могут использовать ставшие классическими учебные пособия по основам теории искусственного интеллекта Л.Н. Ясницкого [9, 11, 12]. Дополнительную информацию в этой области знания можно найти на сайте Пермского отделения Научного совета Российской академии наук по методологии искусственного интеллекта [5].

На практических занятиях студенты знакомятся со структурой одного из фреймворков, перечисленных выше. В данной статье в качестве примера рассмотрим Brain.js, который позволяет использовать следующие типы сетей:

- brain.NeuralNetwork – прямая нейронная сеть с обратным распространением;
- brain.NeuralNetworkGPU – нейронная сеть обратной связи с обратным распространением, версия для графического процессора;
- brain.recurrent.RNNTimeStep – периодическая нейронная сеть с временным шагом, или RNN;

- `brain.recurrent.LSTMTimeStep` – нейронная сеть с кратковременной памятью с временным шагом, или LSTM;
- `brain.recurrent.GRUTimeStep` – рекуррентный блок с шагом по времени, или ГРУ;
- `brain.recurrent.RNN` – рекуррентная нейронная сеть, или RNN;
- `brain.recurrent.LSTM` – нейронная сеть с кратковременной памятью, или LSTM;
- `brain.recurrent.GRU` – закрытый рекуррентный блок, или ГРУ.

Выбор той или иной нейросети зависит от вида решаемой задачи. На примере решения типовой задачи студенты получают навыки работы с фреймворком.

Рассмотрим обобщенный алгоритм работы с Brain.js. Вначале выбирается тип нейросети. Затем создается нейронная сеть заданной конфигурации. Следует отметить, что в настройках по умолчанию Brain.js использует один скрытый слой с размером, пропорциональным размеру входного массива данных, а в качестве функции активации нейронов – сигмоиду. Конфигурацией можно управлять при помощи различных параметров фреймворка. Далее при помощи метода **train** происходит обучение полученной сети. На данном этапе на основе тренировочных примеров должен быть сгенерирован массив весовых коэффициентов всех нейронов используемой конфигурации. После обучения используется метод **run** для формирования запросов к искусственной нейронной сети.

Ниже представлены примеры комплексных задач, решаемых студентами во время практических занятий по web-программированию. Все рассматриваемые задания хорошо известны в теории ИИ. Реализация заданий осуществляется с использованием web-инструментов в браузерной среде, т.е. как web-приложение.

Пример 1. Моделирование логических функций AND и OR при помощи математического нейрона Питтса и Мак-Каллока [19].

Скриншот разработанного приложения представлен на рис. 1.

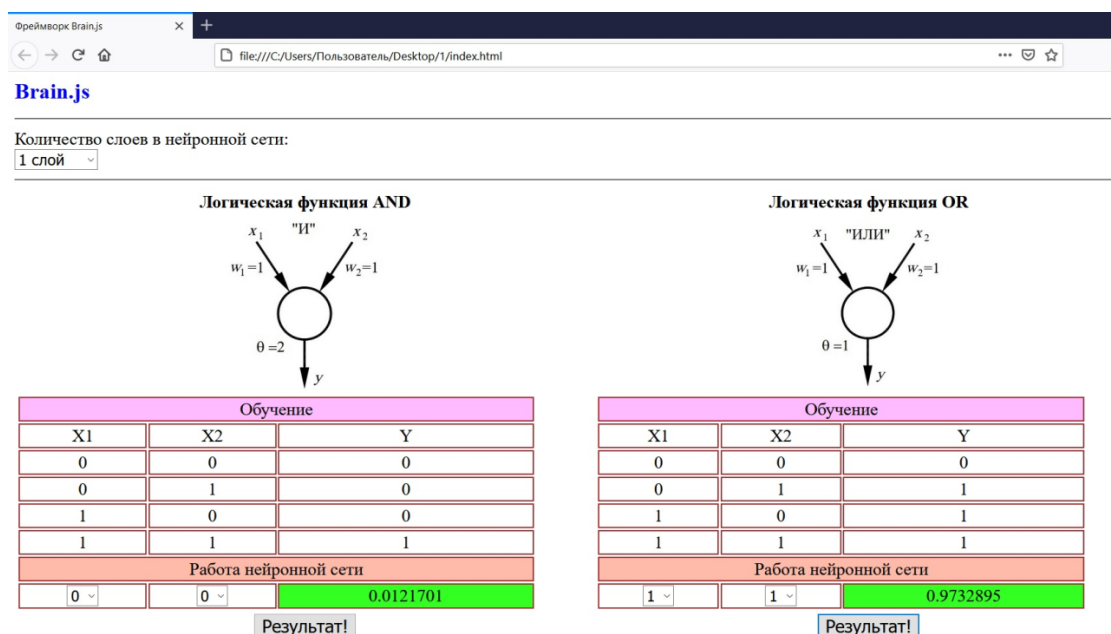


Рис. 1. Моделирование логических функций AND и OR при помощи математического нейрона Питтса и Мак-Каллока (скриншот окна браузера)

В данном примере используется прямая нейронная сеть с обратным распространением `brain.NeuralNetwork`. В приложении предусмотрена возможность изменения количества нейронных слоев при помощи параметра `config` фреймворка. В начале эксперименты проводятся с единственным классическим нейроном Питтса и Мак-Каллока с двумя входами и одним выходом. Обучение нейронной сети осуществляется на основе таблиц истинности этих логических функций. После этапа обучения можно, меняя входные параметры нейронной сети, получить результат применения логических функций AND и OR к этим данным.

Приложение демонстрирует тот факт, что даже один единственный математический нейрон успешно решает задачу моделирования логических функций AND и OR. Использование дополнительных скрытых слоев улучшает результаты работы сети.

Пример 2. Моделирование логической функции XOR при помощи многослойной нейронной сети.

Данный пример показывает, что один математический нейрон не способен решать любые задачи. Попытка смоделировать следующую логическую функцию XOR (исключающее ИЛИ) приводит к неудаче, используемая в работе нейронная сеть после обучения выдает неправильные результаты для значений входных параметров $X_1 = 1$ и $X_2 = 1$. Такие задачи называются линейно неразделимыми [10]. Для решения подобных задач необходимо использовать многослойный перцептрон (рис. 2).

Из рисунка видно, что при использовании двухслойной конфигурации вышеуказанная проблема снимается, сеть правильно моделирует работу логической функции XOR.

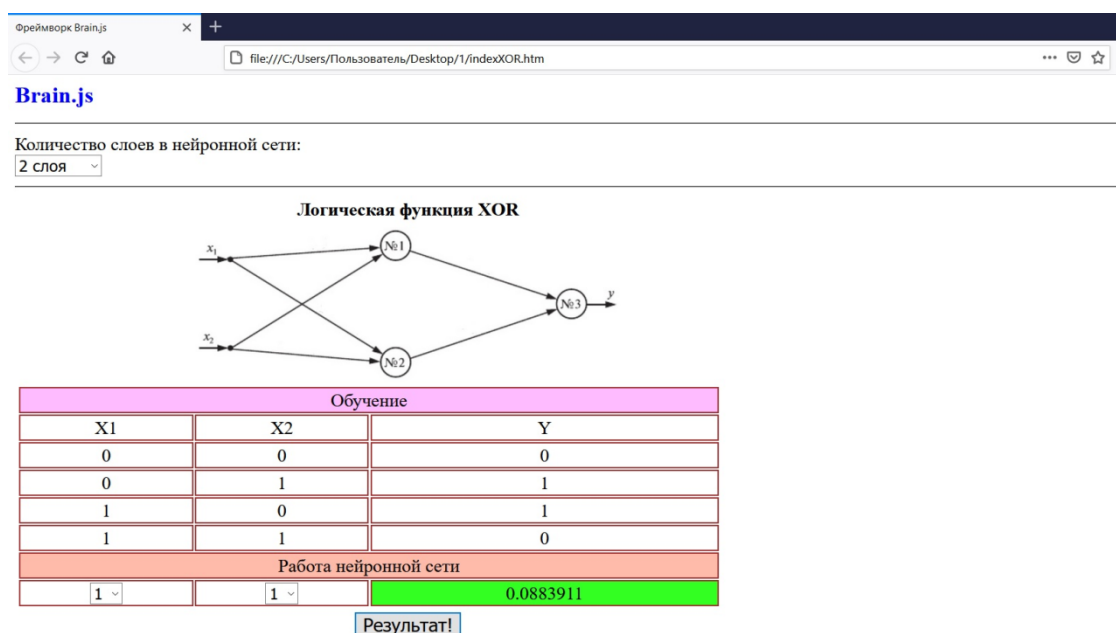


Рис. 2. Моделирование логической функции XOR при помощи многослойной нейронной сети

Пример 3. Перцептрон для распознавания цифр.

В данной задаче реализован классический перцептрон (от англ. *perception* – осознание) Фрэнка Розенблатта [6], позволяющий распознавать рукописные десятичные цифры (рис. 3). Для прорисовки цифр используется графическая библиотека Canvas [7]. Canvas – элемент

HTML5, предназначенный для создания растрового двумерного изображения при помощи скриптов.

Поле для записи чисел состоит из 784 квадратных ячеек-пикселей (28 ячеек по ширине и столько же по высоте). Количество этих ячеек-пикселей определяет количество входов используемой нейронной сети. При прорисовке цифры «перо», проходя через те или иные ячейки, активирует соответствующие входы. Для незакрашенных ячеек устанавливается нулевое значение на входе. Количество десятичных цифр определяет число выходов нейросети, в рассматриваемой конфигурации их будет десять. С количеством скрытых слоев можно экспериментировать или же брать значение, высчитанное с использованием формулы Арнольда – Колмогорова – Хехт-Нильсена [9].

Недостатком реализованного примера является то, что на этапе обучения нейросети все цифры от 0 до 9 должны быть прорисованы вручную. Нужно делать это многократно, так как чем больше по объему будет обучающая выборка, тем достовернее будут результаты, даваемые перцептроном. Наоборот, чем меньше будет количество тренировочных примеров, тем чаще будут появляться ошибки.

В следующем примере 4 показано, как данный недостаток, связанный с участием человека на этапе обучения сети, можно устранить.

Пример 4. Классификатор геометрических фигур (квадраты и окружности).

В данном примере тоже используется поле для прорисовки геометрических фигур с 784 квадратными ячейками, что определяет количество входов сети. Так как в рамках решаемой задачи нужно различать только две геометрические фигуры, то количество выходов равно двум. Здесь формирование обучающей выборки можно поручить компьютеру. Используя генератор случайных чисел, можно в цикле получить необходимое количество тренировочных примеров, варьируя расположение квадратов и окружностей внутри поля и их размеры. При этом должны выполняться следующие необходимые условия: фигуры не должны выходить за пределы поля и не должны вырождаться в точку. Этого можно добиться при помощи дополнительных условий в алгоритме генерации тренировочных примеров. При помощи этого приложения можно продемонстрировать рост надежности результатов, даваемых искусственной нейронной сетью, с увеличением объема обучающей выборки.

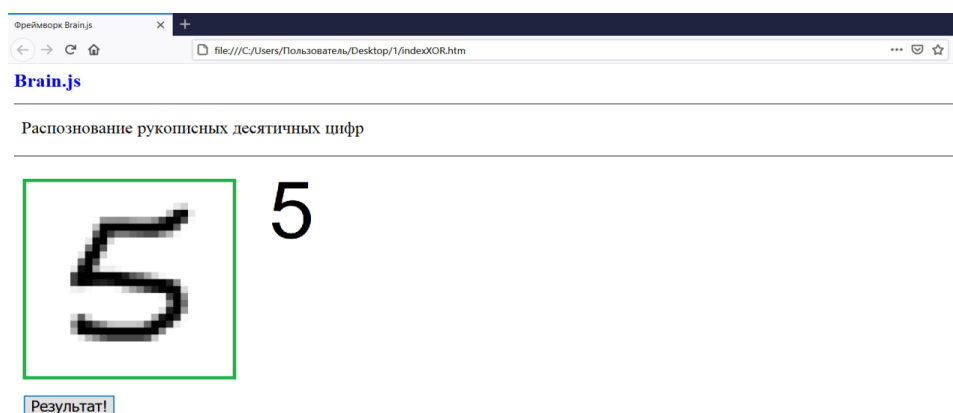


Рис. 3. Перцептрон для распознавания рукописных цифр

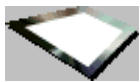
Преподавание дисциплин, связанных с информатикой и информационными технологиями, подразумевает периодический пересмотр преподавателем содержания читаемых курсов. Ситуация, когда лектор ведет лекцию, используя конспекты и записи десятилетней давности, уходит в историю с небольшой оговоркой, касающейся фундаментальных теорий и понятий. Информатика – быстро прогрессирующая наука. Инструменты, которые были популярны и широко использовались в среде программистов еще год назад, сегодня могут быть уже не востребованы. Преподавателю необходимо постоянно совершенствовать структуру и содержание учебных занятий, эффективно использовать междисциплинарные связи, включать в учебный процесс элементы инновационных современных технологий работы с информацией. Это позволит студентам, будущим IT-специалистам, получить целостные системные знания. Они смогут быстрее адаптироваться и увереннее себя чувствовать в быстро меняющемся мире информационных технологий.



Список цитируемых источников

1. Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фреймворк> (дата обращения: 14.10.2020).
2. Коменский Я.А. Дидактические принципы: отрывки из «Великой дидактики» / вступ. ст. проф. А.А. Красновского. – М.: Учпедгиз, 1940. – 88 с.
3. Новые педагогические и информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студентов пед. вузов и системы повышения квалификации пед. кадров / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петрова. – М.: Академия, 2009. – 147 с.
4. Открытая электронная библиотека научно-образовательных ресурсов Оренбуржья [Электронный ресурс]. – URL: <http://elib.osu.ru/handle/123456789/1255> (дата обращения: 14.10.2020).
5. Пермское отделение Научного совета Российской академии наук по методологии искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.permai.ru/> (дата обращения: 14.10.2020).
6. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга. – М.: Мир, 1965. – 480 с.
7. Руководство по Canvas [Электронный ресурс]. – URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/Canvas_API/Tutorial (дата обращения: 14.10.2020).
8. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731/page/1> (дата обращения: 14.10.2020).
9. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2005. – 176 с.
10. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учеб. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

11. Ясницкий Л.Н. Искусственный интеллект. Элективный курс: учеб. пособие. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2012. – 197 с.
12. Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М. Искусственный интеллект. Элективный курс: метод. пособие. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2011. – 216 с.
13. BrainJS [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/BrainJS/brain.js> (дата обращения: 14.10.2020).
14. Janhuenermann/neurojs [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/janhuenermann/neurojs> (дата обращения: 14.10.2020).
15. Neataptic [Электронный ресурс]. – URL: <https://wagenaartje.github.io/neataptic/> (дата обращения: 14.10.2020).
16. Synaptic.js [Электронный ресурс]. – URL: <http://caza.la/synaptic/#/> (дата обращения: 14.10.2020).
17. TensorFlow [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tensorflow.org/js/> (дата обращения: 14.10.2020).
18. TIOBE (the software quality company) [Электронный ресурс]. – URL: <https://tiobe.com/tiobe-index/> (дата обращения: 14.10.2020).
19. Warren S. McCulloch and Walter Pitts. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bulletin of mathematical biophysics. – 1943. – Vol. 5. – P. 115–133.



УДК 62 (07): 004.8

Ю.В. Якимова

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ САЙТОВ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

В статье представлен анализ содержания сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству. Для проведения анализа были отобраны 40 популярных сайтов с высокой посещаемостью. Дана оценка видового разнообразия сайтов по образовательной робототехнике. В качестве оснований для выделения видов сайтов были выбраны: целевая аудитория; уровень образования; тип ЭОР в контенте сайта; его связь с учебными предметами; виды образовательной деятельности; целевое назначение; функции, выполняемые в образовательном процессе; форматы представления информации; формы обучения; соответствие действующим ГОСТам. По результатам проведенного анализа сформулированы выводы, в том числе о необходимости разработки специализированных сайтов предметной направленности как средства управления развитием технического творчества учащихся в конструировании робототехнических устройств и освоении научных основ их проектирования. Это может быть достигнуто за счет интеграции и структурирования представленных в глобальной сети Интернет ресурсов по образовательной робототехнике средствами персонального сайта учителя-предметника. В рамках такого сайта должна быть сконструирована предметно-ориентированная образовательная среда, адаптированная под интересы определенной возрастной группы школьников и обеспечивающая их результативную проектную деятельность по созданию моделей роботов различных видов. Отбор и структурирование ЭОР по робототехнике для данной среды должны способствовать наиболее полному раскрытию вопросов учебной программы по предмету, связанных с реализацией ее политехнической составляющей.

К л ю ч е в ы е с л о в а : техническое творчество, образовательная робототехника, электронные образовательные ресурсы, сайты по образовательной робототехнике.

Большое разнообразие современных информационно-коммуникационных технологий и их дальнейшее развитие являются значимыми факторами, стимулирующими инновационные преобразования процесса обучения. В настоящее время перспективным направлением поиска инновационных подходов к организации учебного процесса является реализация образовательных программ с использованием электронного обучения и дистанционных технологий.

Для результативной реализации данного направления необходимы электронные образовательные ресурсы (ЭОР) высокого качества. Несмотря на достигнутые успехи в развитии содержания современных баз ЭОР, в их интеграции в Глобальной сети

и совершенствовании технологий поиска информации, потенциальные возможности применения сетевых электронных ресурсов в обучении далеко не исчерпаны. Во многом это относится к инструментальным средам ЭОР, способным как адаптироваться к индивидуальным запросам обучаемых и целям обучения, так и оперативно отслеживать трансформации, происходящие в изменяющихся предметных областях [5, 7, 12]. При организации обучения целесообразно комплексное применение всего многообразия ЭОР, относящихся к избранной предметной области. Инструментом создания такой системы ЭОР с целью ее использования в предметном обучении является сайт.

В рамках настоящей статьи обсуждаются результаты анализа контента сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству. Для проведения анализа были отобраны 40 наиболее популярных сайтов с высокой посещаемостью.

В начале исследования была поставлена задача определения видового разнообразия сайтов по образовательной робототехнике. Анализ отечественного сегмента контента Глобальной сети в данной области позволил нам выделить их следующие виды:

- образовательные порталы, созданные для поддержки деятельности, направленной на развитие и совершенствование образовательной робототехники среди учащейся молодежи России («Международная ассоциация спортивной и образовательной робототехники» <http://raor.ru/>, «Занимательная робототехника» <http://edurobots.ru/>);

- сайты научных центров («Научно-учебный центр «Робототехника»» <http://robot.bmstu.ru/index.php?c=links>);

- сайты для продвижения услуг или товаров; данные сетевые ресурсы представляют собой рекламно-информационный контент об услугах организаций дополнительного образования в области робототехнического творчества («LIGA роботов» <http://lr.obrYaz.pro/>, «Академия роботов» <http://a-robotov.ru/>);

- персональные сайты преподавателей робототехники, которые создаются с целью обмена опытом и содержат методические наработки, программы курсов по робототехнике, проекты учащихся и их достижения, задания для обучающихся, инструкции по сборке и программы управления функционалом робототехнических устройств («Школа мехатроники и робототехники» <http://robot13.at.ua/>);

- сайты интернет-проектов, содержащие информацию о соревнованиях, конкурсах, мероприятиях, интерактивных площадках, олимпиадах по робототехнике («Робофест» <http://www.robofest.ru/>);

- блоги, посвященные робототехнике и включающие описание собственного опыта блогеров по конструированию и программированию роботов; информацию о проектах, в которых блогеры принимают участие; ссылки на полезные ресурсы по робототехнике и программы творческих мероприятий, анонс интересных событий в мире робототехники и т.п. («Роботы и робототехника» <http://insiderobot.blogspot.com/>);

- сетевые библиотеки или журналы по робототехнике («Шелезяка» <http://www.shelezyaka.com/index.php/blog>, «Робототехника» <http://roboticslib.ru/books/>);

- сетевые объединения преподавателей робототехники дошкольного, общего школьного и профессионального образования, руководителей ресурсных центров по робототехнике, которые

ведут научно-методические разработки в области применения образовательной робототехники в предметной среде («Робототехника в образовании» <http://фгос-игра.рф/>);

– социальные сети, объединяющие людей, имеющих общие интересы; контент сайта заполняется самими пользователями; в нем можно найти пошаговые инструкции сборки моделей роботов, задать интересующие вопросы, обменяться ресурсами, обсудить современные достижения в области робототехники.

На следующем этапе работы проводилось изучение контента наиболее популярных сайтов по робототехнике на предмет представления в них *электронных образовательных ресурсов разного типа*. Были выделены следующие типы ЭОР: нормативный документ, учебный материал, дополнительный информационный материал, справочный материал, электронное периодическое издание, научный материал и учебно-методический материал. Результаты анализа контента сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству на предмет содержания ЭОР указанных типов представлен на рис. 1. Видно, что большинство сайтов содержат преимущественно дополнительный информационный материал, включающий сведения о программах обучения в области образовательной робототехники, сообщения о конкурсах, олимпиадах и проектах в этой сфере технического творчества, а также научно-популярные публикации. На сайтах достаточно широко представлены иллюстративные и демонстрационные материалы. При этом следует отметить разное качество наполнения сайтов данными ресурсами. Часть разработчиков сайтов ограничиваются только иллюстративными материалами, другие включают подробную (детализированную) текстовую информацию.

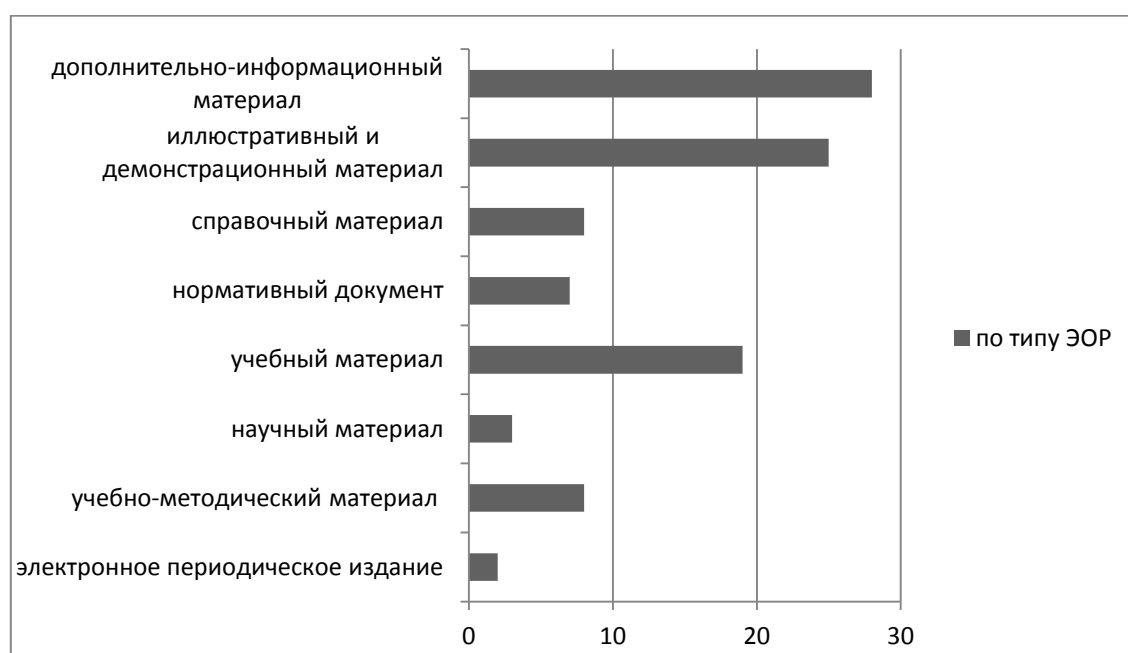


Рис. 1. Анализ контента сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству (тип ЭОР)

Значительная часть сайтов имеет контент, включающий несколько типов ЭОР, преимущественно это учебные и дополнительные информационные, иллюстративные и демонстрационные материалы, а также учебно-методические материалы. Лишь незначительная часть сайтов по образовательной робототехнике содержат научный материал и электронные периодические издания. На большинстве сайтов по образовательной

робототехнике и техническому творчеству представлены в основном библиографические списки художественной и научной литературы, рекомендуемой для чтения, без доступа пользователей к данной литературе. Нормативный материал, как правило, представлен на сайтах, информирующих о конкурсах, олимпиадах и проектах по образовательной робототехнике, реализуемых в России и за рубежом.

Электронные сетевые средства обучения по робототехнике можно классифицировать *по целевому назначению*. Их потенциальными пользователями могут быть:

- школьники,
- абитуриенты,
- педагогические работники,
- методисты,
- научные работники,
- технические специалисты.

Цифровые ресурсы, предназначенные для данных групп пользователей, могут быть ориентированы на *разный уровень образования*:

- общеобразовательный (включая начальное, основное и среднее общее образование),
- профессиональный,
- смешанный.

На рис. 2 и 3 представлены результаты анализа контента сайтов по робототехнике по их целевой аудитории и ориентации на уровень образования пользователей.

Следует отметить, что, несмотря на значительное количество сайтов по робототехнике и техническому творчеству, ориентированных на школьников, представленные на них образовательные ресурсы не всегда имеют четкую направленность на определенную ступень их общеобразовательной подготовки. Необходим также учет возрастных особенностей обучаемых при разработке ЭОР. Это определяется объективными закономерностями развития ребенка и присущими каждому возрастному этапу психофизиологическими различиями в восприятии информации, транслируемой через аудио-, видео- и кинестетический каналы [10].

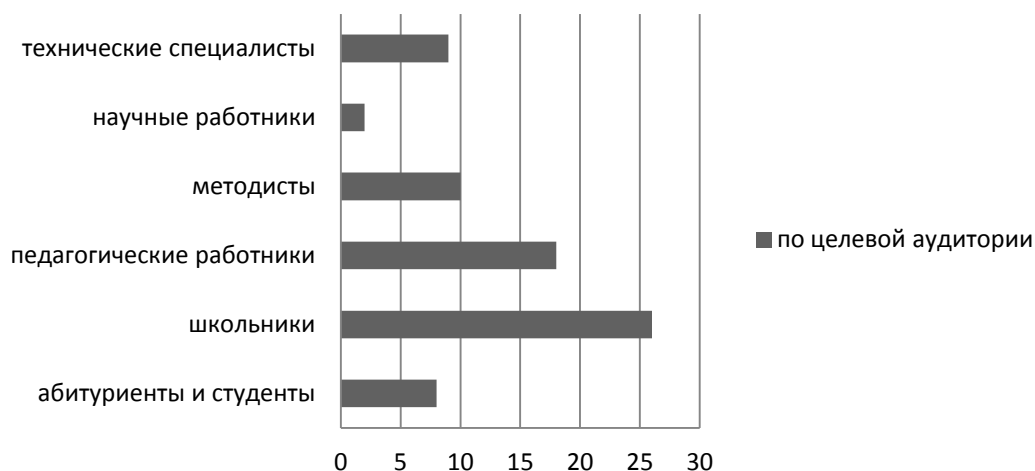


Рис. 2. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (целевая аудитория)

На большинстве сайтов по образовательной робототехнике для средних школ контент дифференцируется в основном только по тематике без учета этапа обучения и особенностей возрастного периода развития обучающихся. Материалы таких сайтов, конечно, могут быть использованы учителем на занятиях или во внеурочной деятельности, но требуют тщательного отбора и предварительной адаптации.

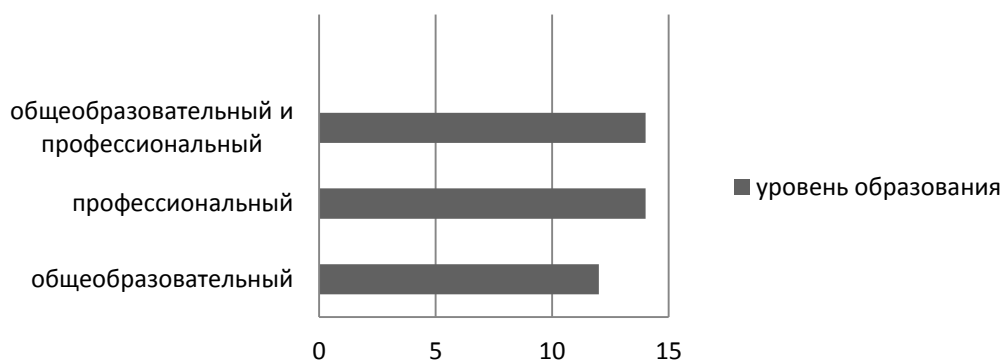


Рис. 3. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (уровень образования)

Анализ российских и зарубежных сайтов по образовательной робототехнике показал, что большинство из них являются комбинированными относительно целевой аудитории и уровня образования. Такие сайты содержат информацию, полезную и для педагогических работников, и для школьников, и для их родителей, а также для студентов, специализирующихся в этой области. Также в Сети представлено примерно такое же количество профессиональных сайтов по робототехнике. Следует отметить в том числе появление сайтов, разработанных специально для технических специалистов, в основном это технические форумы и блоги.

По связи с учебными предметами сайты для школьников по образовательной робототехнике можно разделить на следующие виды: робототехника на уроках физики, робототехника на уроках информатики, робототехника на уроках математики и робототехника как самостоятельная дисциплина (рис. 4).

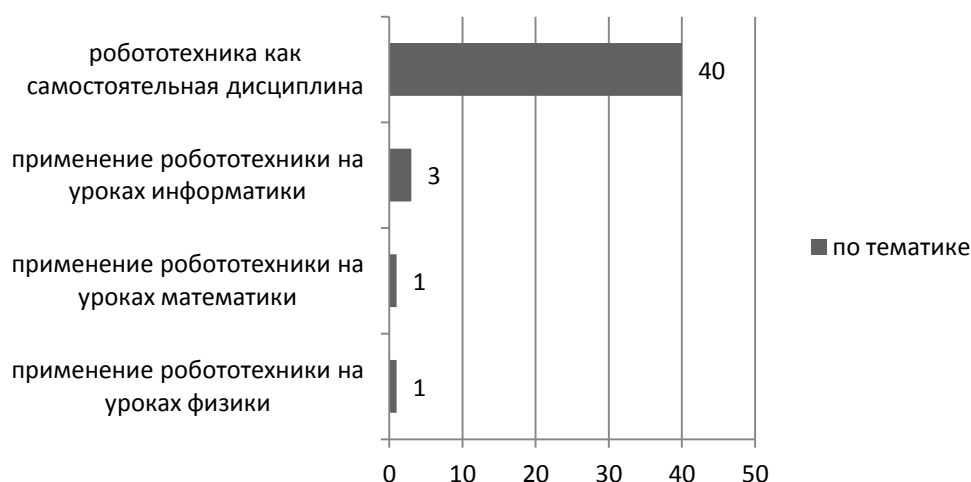


Рис. 4. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (связь с учебным предметом)

Как видно из диаграммы, значительная часть сайтов содержат материалы для изучения робототехники как самостоятельной дисциплины. На таких сайтах широко представлены инструктивные указания по сборке робомоделей. Цель этих материалов состоит в развитии у школьников навыков конструирования или программирования робототехнических устройств. Лишь на единичных сайтах освещаются возможности проектирования и применения робототехнических моделей в различных предметных областях знаний, в частности, в рамках изучения предметов естественно-математического цикла и информатики. Как правило, это персональные сайты учителей-предметников, на которых они демонстрируют опыт применения робототехнических наборов на уроках физики, информатики, химии, математики. При этом почти не встречаются сайты, на которых педагогами рассматриваются вопросы обобщения данного опыта работы, в частности, в направлении разработки и описания методики изучения элементов робототехники как средства реализации политехнической направленности обучения по предмету. Это существенный недостаток контента современных сайтов по робототехнике, ориентированных на школьников. Учащиеся должны не просто конструировать простейшие робототехнические модели, но и изучать научные основы современного роботостроения, а также направления применения роботов в различных областях научного знания.

Сайты по робототехнике могут быть ориентированы на различные *виды образовательной деятельности*: сопровождение традиционного обучения, сопровождение внеурочной деятельности, обеспечение дистанционного обучения, для самообразования, для системы эмергентного обучения, для системы повышения квалификации.

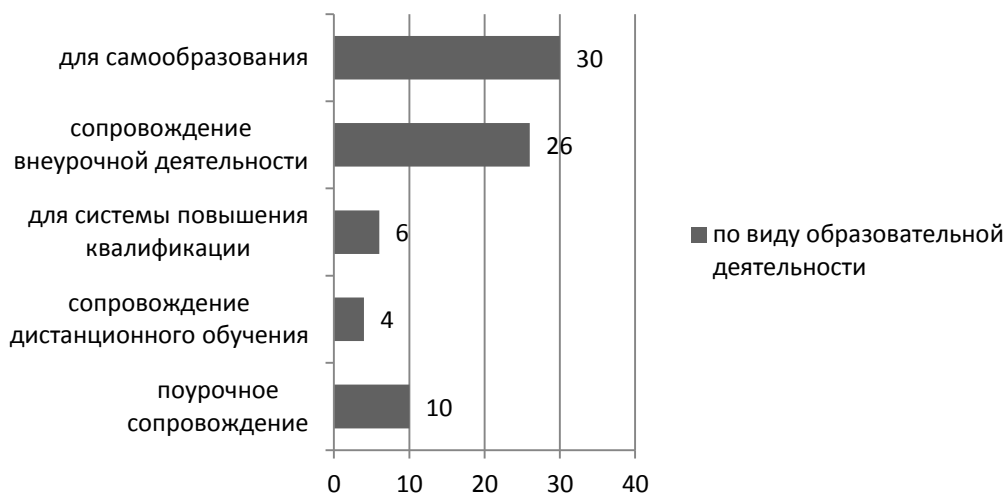


Рис. 5. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (вид образовательной деятельности)

Как видно из диаграммы (рис. 5), более половины сайтов, освещающих информацию по образовательной робототехнике, разработаны как ресурсы для сопровождения внеурочной деятельности школьников. На некоторых сайтах представлены разработки конкретных учебных занятий, которые учитель может использовать в своей педагогической деятельности для сопровождения очного обучения. Сайты, ориентированные на сопровождение дистанционного обучения, несмотря на возрастающий к нему интерес, пока весьма малочисленны.

На рис. 6 представлены результаты анализа сайтов по образовательной робототехнике *по целевому назначению*.

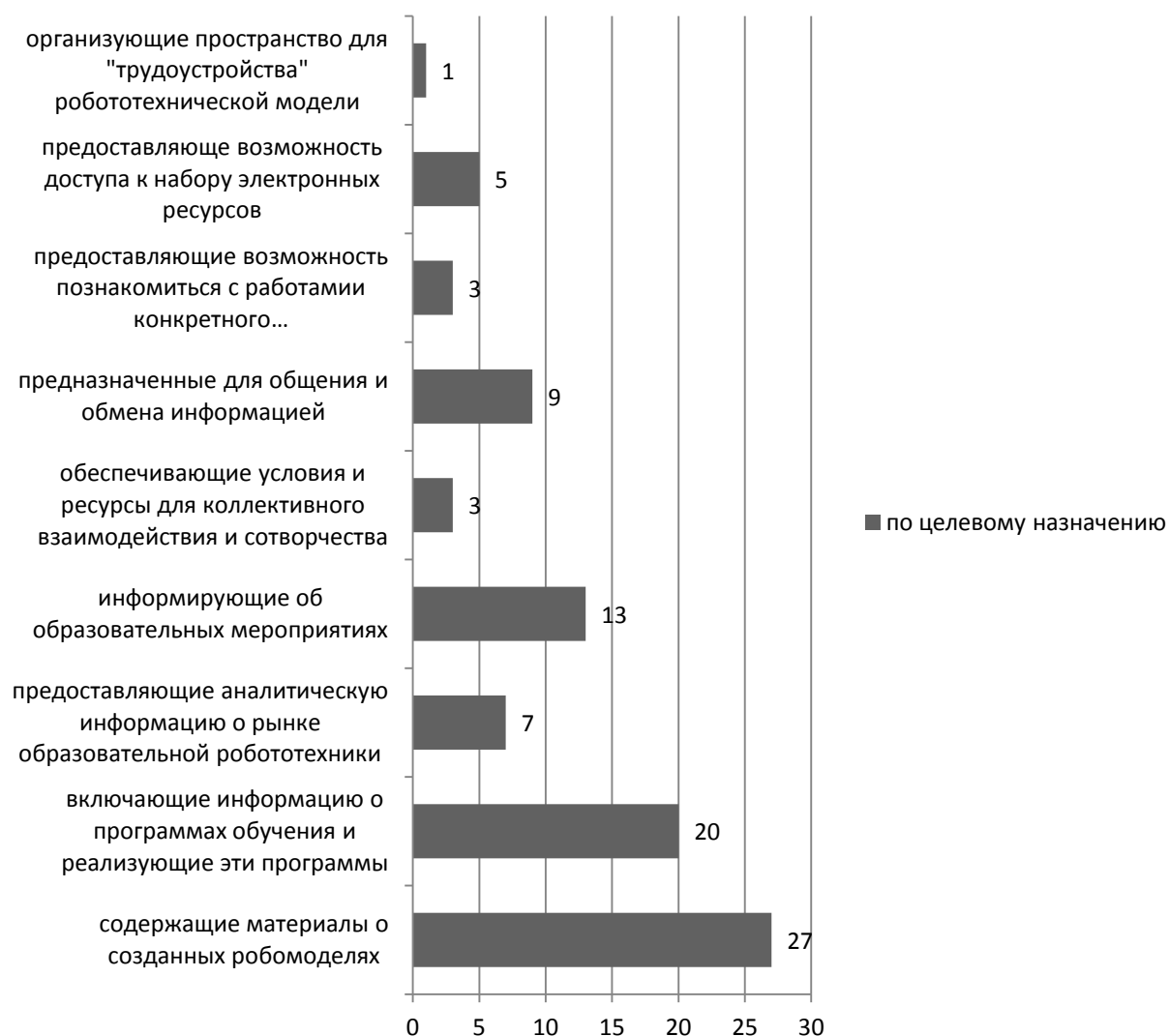


Рис. 6. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (целевое назначение)

В ходе изучения контента сайтов были выделены их основные целевые ориентиры. Это могут быть сайты: 1) включающие информацию о программах обучения в области образовательной робототехники и реализующие эти программы; 2) содержащие материалы о созданных робомоделях (статьи, схемы сборки роботов, управляющие программы, фотогалереи с робоконструкциями, форумы и др.); 3) обеспечивающие условия и ресурсы для коллективного взаимодействия и сотворчества детей, родителей, учителей и экспертов, увлеченных техническим творчеством, в частности, робототехникой; 4) разработанные для мониторинга качества знаний; 5) информирующие о конкурсах, олимпиадах, проектах по образовательной робототехнике, реализуемых в России и за рубежом; 6) предоставляющие возможность познакомиться с работами конкретного конструктора, инженера, технического специалиста и т.д.; 7) обеспечивающие доступ к набору электронных ресурсов и сервисов для создания, поиска и использования информации; 8) предназначенные для «трудоустройства» разработанных робототехнических моделей; 9) созданные для общения и обмена информацией между его посетителями; 10) содержащие аналитическую информацию о рынке образовательной робототехники.

Многие сайты носят комбинированный характер по целевому назначению. Почти все сайты содержат материалы о созданных робомоделях, информацию о программах обучения и образовательных мероприятиях. Следует отметить незначительное количество комбинированных сайтов, представляющих в числе прочего аналитическую информацию о рынке образовательной робототехники. В основном это сайты, содержащие образовательные ресурсы в качестве рекламы робототехнических наборов, деталей и дополнительных образовательных программ.

Представляет интерес анализ контента сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству по их *функции, выполняемой в образовательном процессе*. Разработчиками обозначены следующие функции сайтов данной тематики: обучающая, учебно-методическая, контролирующая, программно-методическая, вспомогательно-практическая, научно-популярная публикация, учебно-игровая (рис. 7). Изучение функционала сайтов показало, что большинство из них реализуют обучающую, программно-методическую, учебно-методическую и научно-популярную функции. Особенно широко на сайтах представлен учебный материал, нередко сопровождаемый интерактивными демонстрациями. Многие сайты содержат научно-популярные публикации. При этом пока недостаточно тренажеров, справочников, словарей.

В основном все сайты по образовательной робототехнике придерживаются типологической модели структурирования материала, когда все информационные объекты сгруппированы в зависимости от их типа, например, инструкции сборки, учебники, новости и т.д. Таким образом, основная учебная функция большинства сайтов сводится к освещению совокупности образовательных ресурсов, доступных для использования.

Остальные функции из перечня, приведенного выше, реализованы на меньшем количестве сайтов.

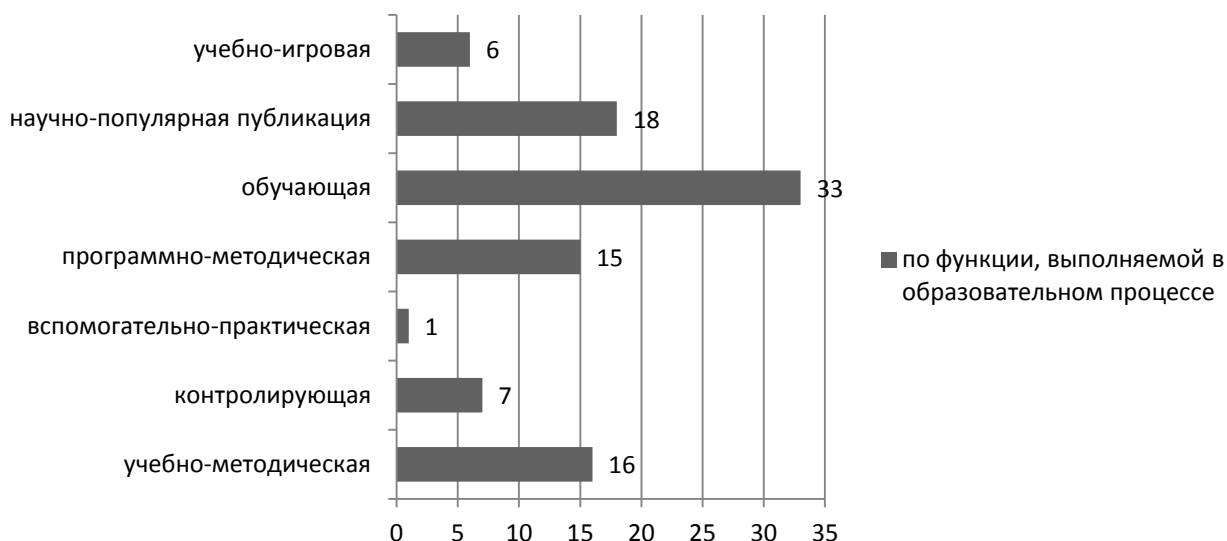


Рис. 7. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (функция, выполняемая в образовательном процессе)

С точки зрения *медиаформата представления информации* сайты по робототехнике, как правило, носят комбинированный характер. Результаты анализа контента сайтов в данном

направлении представлены на рис. 8. Форматы представления информации различные: текстовые, аудио, изобразительные, мультимедийные (или комбинированные).

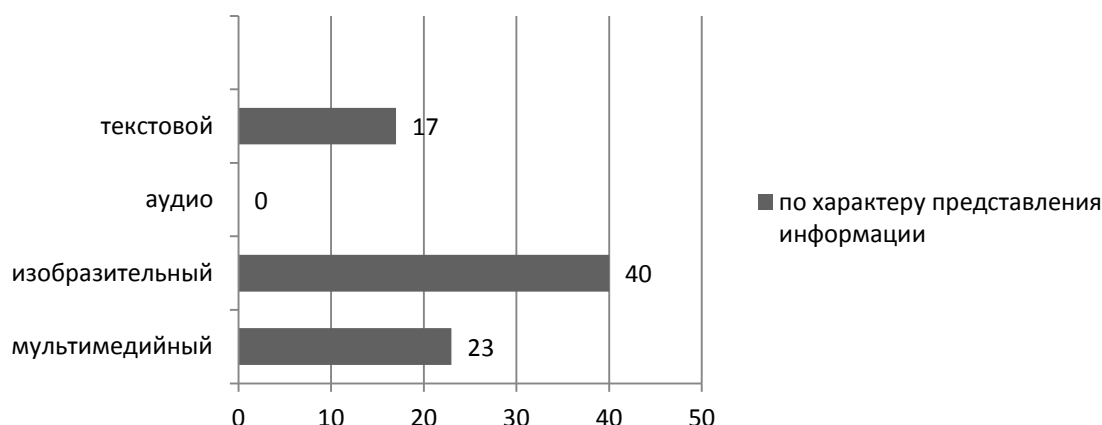


Рис. 8. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (форматы представления информации)

По характеру представления информации более половины сайтов – мультимедийные и содержат в себе разные виды информации: текст, анимация, графика, аудиосопровождение. Графика, анимация, фото, видео, звук в интерактивном использовании формируют интегрированную информационную среду, которая создает оптимальные условия для обучающегося в овладении компетенциями, необходимыми для будущей профессиональной деятельности, позволяет реализовать индивидуальный подход в обучении [2, 6, 13].

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» предусматривает несколько форм получения образования: «Обучение в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, с учетом потребностей, возможностей личности и в зависимости от объема обязательных занятий педагогического работника с обучающимися осуществляется в очной, очно-заочной или заочной форме» [9]. В связи с этим ЭОР, представленные на образовательных сайтах по робототехнике, могут быть разделены в зависимости от *формы обучения*, для сопровождения которой они разработаны: самообразование, очная, заочная и очно-заочная формы (рис. 9).

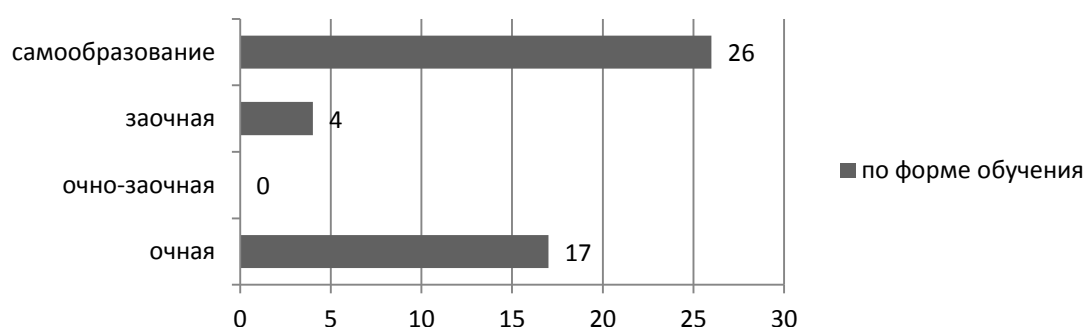


Рис. 9. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (форма обучения)

Проведенный анализ сайтов показал, что большинство из них содержат материалы для самообразования. Это, скорее всего, объясняется тем, что на сегодняшний день робототехника

не включена в список общеобразовательных предметов. Учащиеся имеют возможность развивать навыки конструирования и программирования преимущественно во внеурочное время, посещая кружки и секции технической направленности. Сетевые ресурсы по образовательной робототехнике, разработанные для системы самообразования, позволяют удовлетворить потребности учащихся в техническом творчестве в удобное для них время.

Следует оценить содержание сайтов по образовательной робототехнике на предмет соответствия требованиям законодательства РФ. В ГОСТе 2009 г. представлена типовая структура ЭУМК по дисциплине для обеспечения изучения дисциплин образовательной программы высшего профессионального образования. В ее содержании представлены следующие основные системные элементы:

- учебная программа по изучаемой дисциплине,
- электронный курс лекций,
- электронный учебник,
- лабораторный практикум удаленного доступа,
- учебные пакеты прикладных программ,
- система контроля знаний [1].

Для персональных сайтов учителей по образовательной робототехнике такая типовая структура пока не соблюдается в полном объеме. В системе дополнительного образования по соответствующим дисциплинам задача построения сайтов с учетом данной структуры является на сегодня важной и должна быть в ближайшей перспективе решена.

По степени соответствия действующим ГОСТам можно выделить сайты по образовательной робототехнике: полностью соответствующие, несоответствующие, соответствующие частично (рис. 10).

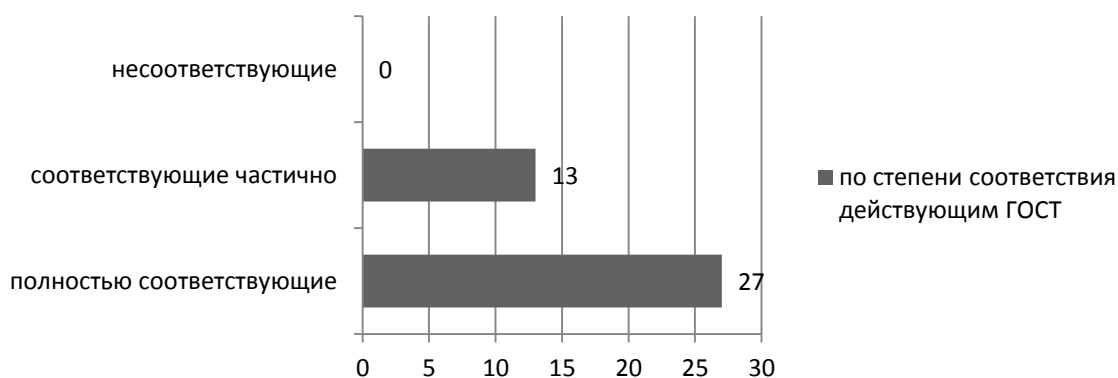


Рис. 10. Анализ контента сайтов по робототехнике и техническому творчеству (степень соответствия действующим ГОСТам)

Как видно из диаграммы, большинство сайтов являются лишь частично соответствующими действующим ГОСТам. В числе прочего, касающегося элементов структуры сайта, разработчикам следует уделить внимание необходимости создания его версии для слабовидящих в соответствии со ст. 14 «Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидов к информации» Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» [10].

Проведенный анализ содержания сайтов по образовательной робототехнике и техническому творчеству позволяет сделать следующие выводы.

1. Более половины сайтов данной тематики включают преимущественно учебный материал. Качество данного материала различно. В большинстве случаев это информация о созданных робомоделах, включающая в числе прочего инструктивные указания по их разработке. Такие указания не всегда носят качественный характер. Учителю необходимо дорабатывать данные материалы для их использования в образовательной практике. Разработчикам сайтов следует уделить серьезное внимание качеству учебной информации сайта, так как именно от качества ресурсов, применяемых в учебном процессе, зависит эффективность обучения.

2. Значительная часть сайтов по образовательной робототехнике разработана для школьников, но не имеет четкой ориентации на их конкретные возрастные группы. При поиске и отборе в Сети ЭОР по робототехнике учителю важно учитывать возрастные особенности и возможности учащихся к восприятию содержания учебных текстов, жанра представляемого материала, характера предлагаемых заданий и оформления учебного содержания.

3. Большинство сайтов не имеют ярко выраженной предметной направленности и представляют учебные материалы для изучения робототехники как самостоятельной дисциплины. Лишь незначительная часть ресурсов освещают вопросы использования элементов робототехники в процессе изучения таких предметов как: физика, химия, информатика и математика.

4. Незначительное количество сайтов разработаны для целенаправленного сопровождения традиционного обучения (аудиторных учебных занятий). Большинство сайтов имеют ценность с точки зрения представления дополнительной информации и могут быть использованы преимущественно в процессе самообразования или для сопровождения внеурочной деятельности школьников.

5. Почти все сайты включают мультимедийные ресурсы (тексты, компьютерную графику, фото, анимацию, видео- и аудиоматериалы). Благодаря интеграции различных форматов представления учебной информации возрастают результативность обучения и уровень мотивации учащихся к изучению научных основ техники и занятиям по техническому творчеству.

В заключение следует отметить, что в Глобальной сети представлено достаточное количество сайтов по образовательной робототехнике, которые в целом вполне успешно можно использовать с целью развития технического творчества учащихся. При этом сайтов по робототехнике, ориентированных на их применение в предметном обучении, явно недостаточно. Учителю в настоящее время пока еще сложно найти сайт, удовлетворяющий задачам предметного обучения. Выходом из этой ситуации является структурирование многообразия представленных в Глобальной сети ресурсов по образовательной робототехнике средствами создания персонального сайта учителя-предметника. В рамках такого сайта должна быть разработана предметно-ориентированная образовательная среда, адаптированная под интересы определенной возрастной группы школьников. Отбор и структурирование ЭОР по робототехнике для данного сайта должен способствовать наиболее полному раскрытию отдельных вопросов программы школьного курса по предмету, связанных с реализацией ее

политехнической составляющей. Одной из функций сайта станет целенаправленная и результативная организация технического творчества учащихся, а их проектная деятельность должна строиться непременно в контексте содержания учебного предмета. Работа с таким сайтом может стать одним из результативных средств предпрофильной подготовки школьников в области робототехники, а для наиболее способных и заинтересованных учащихся – важным средством поддержки их будущего инженерного образования [3, 4, 6, 8]. Первая версия такого сайта и характеристика его основных разделов представлена в нашей работе [11].



Список цитируемых источников

1. ГОСТ Р 53620 – 2009 – «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gostedu.ru/50209.html> (дата обращения: 05.06.2019).
2. Готская И.Б., Котова С.А. Подходы к разработке электронных образовательных ресурсов для учащихся основной школы [Электронный ресурс] // ИСОМ. – 2014. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-razrabotke-elektron-nyh-obrazovatelnyh-resursov-dlya-uchaschihsya-osnovnoy-shkoly> (дата обращения: 17.10.2020).
3. Ершов М.Г., Оспенникова Е.В. Образовательная робототехника как инновационная технология реализации политехнической направленности обучения физике в средней школе // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 3. – С. 34–41.
4. Ильин И.В., Оспенникова Е.В. Систематизация и метауровень обобщения технического знания как одно из направлений реализации принципа политехнизма в обучении физике // European Social Science Journal (Европейский журнал социальных наук). – 2012. – № 3. – С. 111–118.
5. Норенков И.П. Электронные образовательные ресурсы [Электронный ресурс] // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2009. – № 12. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-obrazovatelnye-resursy> (дата обращения: 18.07.2019).
6. Оспенникова Е.В. Е-Дидактика мультимедиа: проблемы и направления исследования // Вестник Перм. гос. гуманит.-пед. ун-та. Сер.: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2005. – Вып. 1. – С. 16–30.
7. Оспенникова Е.В., Яковлева И.В. Модели применения сетевых социальных сервисов в обучении // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 5. – С. 46–51.
8. Принцип политехнизма в обучении физике: современная интерпретация и технологии реализации в средней школе: моногр. / Е.В. Оспенникова, И.В. Ильин, М.Г. Ершов, А.А. Оспенников; под общ. ред. Е.В. Оспенниковой. – Пермь: Перм. кн. изд-во. – 2014. – 502 с.
9. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/273_FZ-ob-obrazovanii/ (дата обращения: 05.06.2020).

10. Федеральный закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/ (дата обращения: 17.09.2020).

11. Якимова Ю.В. Применение сетевых технологий как средства управления техническим творчеством учащихся при организации занятий по робототехнике // Вестник Перм. гос. гуманит.-пед. ун-та. Сер.: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2019. – № 15.

12. Яковлева, И. В. Образовательное значение сетевых социальных сервисов / И. В. Яковлева, Е.В. Оспенникова // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 5. – С. 118–121.

13. Якушина Е.В. Электронные образовательные ресурсы [Электронный ресурс] // Школьные технологии. – 2011. – № 3. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_16824943_99624764.pdf (дата обращения: 15.06.2019).

Электронное научное издание

**ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

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

ВЫПУСК 16/ 2020

Электронный научный журнал

Главный редактор серии и главный редактор выпуска
Оспенникова Елена Васильевна

Выпускающий редактор
Еремин Евгений Александрович

Редактор *О.В. Вязова*
Компьютерная верстка – *Н.А. Оспенников*
Макетирование – *Н.А. Оспенников*

Редакционно-издательский отдел
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 44, каб. 115,
тел. +7 (342) 215-18-52, доб. 394
e-mail: rio@pspu.ru