

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 378.147:53
ББК В3р

ГСНТИ 14.85.51

Код ВАК 13.00.02

Баяндин Дмитрий Владиславович,

кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра общей физики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614000, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29; e-mail: baya260861@yandex.ru.

МОДУЛЬНАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ВАРИАНТ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ РЕСУРСИЗБИТОЧНОЙ СРЕДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационно-образовательная среда; компьютерная среда обучения; модульная технология; курс общей физики; интерактивное обучение.

АННОТАЦИЯ. Описана модель полнофункциональной электронной среды предметного обучения и соответствующий реальный программный продукт для поддержки вузовского курса физики. Обсуждаются проблемы использования среды при изучении дисциплины в условиях федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, особенности организации занятий и методики их проведения. Изложен опыт реализации курса с использованием модульной педагогической технологии.

Bayandin Dmitriy Vladislavovich,

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of General Physics, Perm National Research Polytechnic University (Perm).

MODULAR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND A VERSION OF ITS IMPLEMENTATION ON THE BASIS OF RESOURCE EXCESSIVE ENVIRONMENT OF COMPUTER SUPPORT OF TRAINING

KEY WORDS: communicative and educational environment; computer environment of educating; modular technology; course of the general physics; interactive training.

ABSTRACT. The author describes a model of a full-featured e-learning environment of a discipline and the corresponding real software supporting high school physics course. The problems of using the environment in the educational process under conditions of the third generation's educational standards, main features of activity organization and methodology used are described. The present article also gives an account of the experience of implementing the course on the basis of a modular educational technology.

За последние полтора десятилетия информационно-образовательная среда школы и вуза значительно обогатилась за счет вхождения в ее состав многочисленных виртуальных учебных объектов (ВУО) и их комплексов – электронных средств образовательного назначения (ЭСОН). В ходе использования обнаруживаются и постепенно решаются проблемы, связанные с качеством виртуальных учебных объектов (интерфейс, обучающий потенциал, в том числе уровень интерактивности), с количеством и жанровым составом виртуальных учебных объектов в рамках отдельно взятого программного продукта, с выработкой методики использования цифровых образовательных ресурсов разных типов и другим.

В настоящей статье основное внимание уделяется двум проблемам. Первая – это оптимизация структуры электронной среды предметного обучения. Автор имеет основания считать, что наиболее эффективны полнофункциональные электронные средства образовательного назначения, которые обеспечивают поддержку учебного процесса

на всех его этапах. Соответственно ниже будут описаны модель такой системы и реализующий ее в значительной мере программный продукт, предназначенный для сопровождения курса физики. Вторая проблема состоит в необходимости найти компромисс между содержательной полнотой и обозримостью компьютерной обучающей системы. Первые электронные средства образовательного назначения были фрагментарными (за исключением разве что их текстового компонента), но развитие идет в направлении содержательной и функциональной полноты. При этом особым образом проявляется противоречие, хорошо известное по традиционной учебной книге: содержательная и функциональная полнота приводят к «избыточности» среды (числа цифровых образовательных ресурсов в ее составе и требуемого для их освоения времени), проявляющейся в несоответствии плановой трудоемкости дисциплины. «Особость» же противоречия в том, что, в отличие от обычной книги и бланочного теста, современное электронное средство образовательного назначения в идеале не только

предъявляет знание и контролирует его усвоение, но и обеспечивает процесс активного учения, в том числе заполнение пробелов, которые неизбежно имеются у каждого учащегося, особенно по «немодным» естественно-научным дисциплинам. Стандарты третьего поколения, в которых норматив трудоемкости для этих дисциплин уменьшен, усугубляют названное противоречие. Поэтому автором был проведен эксперимент по реализации вузовского курса физики с использованием модульной технологии при компьютерной поддержке на основе «ресурсоизбыточной» среды. В этих условиях возникают дополнительные особенности формирования модулей, при том что модульная педагогическая технология вообще требует тщательного структурирования учебной информации и выбора форм ее представления в учебных элементах (4). Ниже будут также описаны особенности организации проведенных занятий и использованной методики.

При определении оптимального состава и структуры электронной среды предметного обучения следует исходить из того, что уменьшение объема аудиторных часов, выделяемых в рамках ФГОС ВПО для изучения фундаментальных дисциплин, во избежание снижения качества обучения должно быть компенсировано интенсификацией всех форм аудиторной работы и повышением эффективности внеаудиторной работы. В частности, важно найти и встроить в учебный процесс новые инструменты организации самостоятельной работы студентов, на которую стандарты делают особую ставку.

В связи с этим проектирование электронных средств образовательного назначения должно проводиться на основе обобщенной дидактической модели учебного процесса, охватывающей все фазы обучения: предъявляющую иллюстративно-демонстрационную, лабораторно-исследовательскую, тренажерную, контролирующую. Постепенно и педагоги, и разработчики учебного программного обеспечения приходят к пониманию того, что эффективное полнофункциональное, т. е. обеспечивающее поддержку широкого спектра форм организации учебных занятий и видов учебной деятельности электронное средство образовательного назначения должно основываться на технологиях математического и компьютерного моделирования. В этом случае разнообразие виртуальных учебных объектов существенно возрастает по сравнению с традиционными мультимедиа-средами.

Полнофункциональное электронное средство образовательного назначения включает структурированный контент по дисциплине, а также технологии взаимодействия пользователя с соответствующими видами информации. В идеале это не только информационная технология, но и «выращенная» на ее почве технология педагогическая. Выделим в структуре электронной среды образовательного назначения (рис.) следующие компоненты:

- предметно-информационный, представленный описательно-иллюстративной и интерактивной моделирующей частями, из которых первая предназначена для отражения реального мира в рамках изучаемой предметной области, его описания аппаратом учебной дисциплины с целью предъявления готового знания, а вторая – для активного добывания нового знания самим учащимся;

- предметно-процедурный, ориентированный на усвоение и закрепление знаний, выработку умений и навыков, оценку качества этих процессов на основе решения пользователем систем интерактивных задач, прохождения занятий на тренажерах, тестов;

- методический;

- систему навигации (навигаторы, справочники, системы поиска, структурно-логические модели дисциплины, отражающие связи понятий и законов);

- систему управления обучением.

На рисунке видно, что функции большей части компонентов обеспечиваются педагогическим инструментальным средством, которое является важнейшим элементом среды обучения. Оно поддерживает процесс разработки электронного средства образовательного назначения, его функционирование и настройку на уровень пользователя.

Каждому компоненту компьютерной среды соответствуют свои формы организации учебного материала, а им, в свою очередь, различные виды виртуальных учебных объектов. Последние ранжированы на рисунке слева направо в порядке возрастания сложности. При этом они естественным образом образуют три блока: связанные с изложением учебного материала (левый блок), его закреплением и контролем усвоения (средний блок) и навигацией по программному средству (правый блок). Эти блоки соответствуют трем частям дидактического аппарата любого учебного пособия: *аппаратом представления, усвоения и ориентировки*, выделенным в ряде работ (5; 6) по аналогии с традиционной учебной книгой.

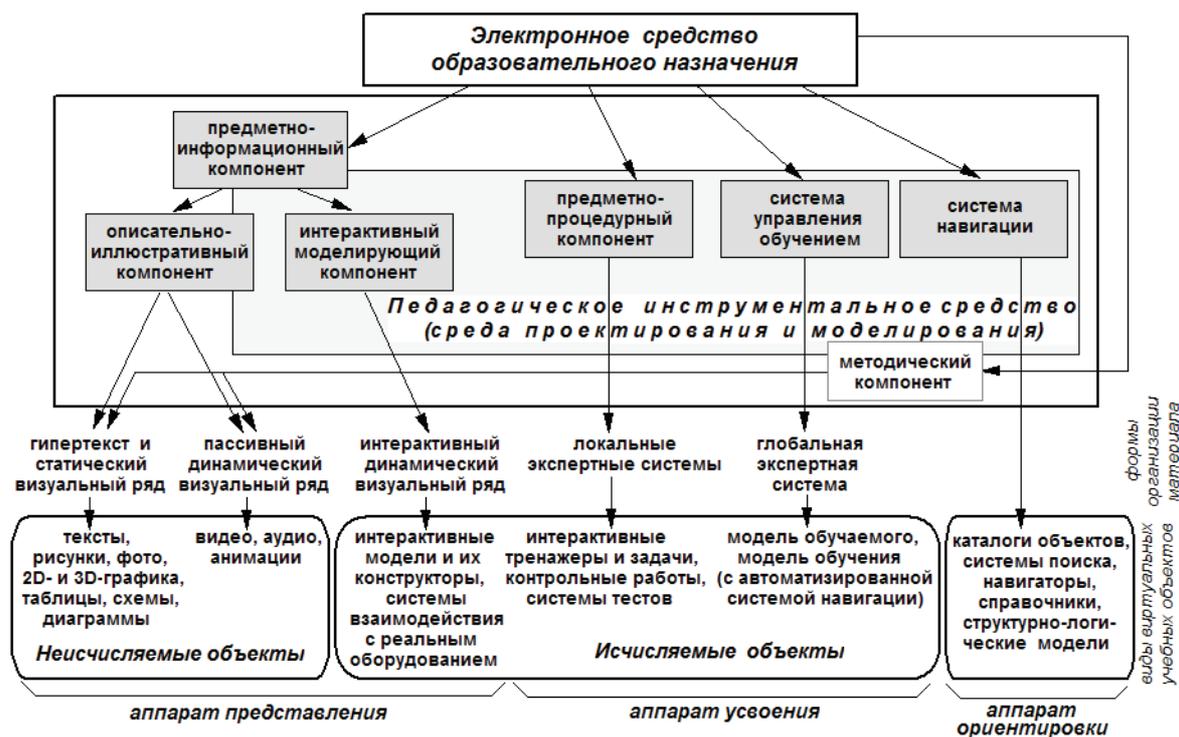


Рис. Структура электронного средства образовательного назначения и виды виртуальных учебных объектов

Исходя из того, что электронное средство образовательного назначения должно явиться средством усиления деятельностного компонента процесса учения и его индивидуализации, основным типом учебных объектов мы считаем *интерактивные задачи* и *интерактивные тренажеры*, назначение которых – формирование знаний, умений, навыков и компетенций. Такие объекты, во-первых, описывают некоторую сущность в пределах предметной области, во-вторых, обеспечивают возможность достижения пользователем поставленной цели путем перемещения объектов, манипуляций с инструментами, графических построений и других действий, а не просто путем выбора ответа или ввода числа (слова); в-третьих, благодаря наличию в своей структуре экспертной системы способны распознавать по действиям пользователя логику решения и оценивать его правильность.

Экспертная система осуществляет пооперационный контроль действий обучаемого, генерируя контекстные реакции на ошибки, что обеспечивает индивидуализацию траектории обучения. Если система подсказок полна и методически продумана, она гарантированно дает реальный обучающий эффект. При этом для преподавателя существенно снижаются объемы рутинной работы – многократных детальных объяснений и контроля освоения каждого элемента.

Интерактивный тренажер, в отличие от задачи, – это последовательность тематиче-

ски связанных, обладающих содержательной преемственностью, шаг за шагом усложняющихся заданий. Выполняя их, учащийся последовательно и самостоятельно разбирает ключевые ситуации для некоторого класса задач. Системность рассмотрения вкупе с целенаправленностью и осмысленностью манипуляций графическими и текстовыми объектами обеспечивают усвоение и фиксацию действий и связанных с ними знаний, умений и навыков, так что в сознании учащегося складывается устойчивая и ассоциативно связанная совокупность представлений и операциональных компетентностей по теме.

Компьютерная система регламентирует на этапе тренажа необходимые шаги (дает ориентировочную основу действий), позволяет последовательно рассмотреть ключевые ситуации, пройти их с постепенным повышением сложности заданий, оценивает правильность действий в измененных и нестандартных ситуациях, обеспечивает при необходимости возможность возврата к типовым ситуациям, реализуя цикличность процесса учения, осуществляет детальный контроль, проводит статистическую обработку результатов и отслеживает динамику развития учащегося.

Учебная среда должна также содержать блоки текущего и рубежного контроля, включающие как простые задания традиционных форм закрытого и открытого типа, так и более сложные – с множественным ответом, на установление соответствия

и далее вплоть до высокоинтерактивных заданий, предполагающих построение графиков, картин векторов, компоновку систем объектов.

Предметно-процедурный компонент должен предваряться в учебной среде иллюстративно-демонстрационным рядом, предъявляющим учебную информацию и предполагающим активное его потребление (восприятие) учащимся. Статический ряд дает максимально структурированное и лаконичное отображение материала в виде иерархически организованного гипертекста (с минимумом текста на верхних уровнях) и акцентом на визуальную информацию в виде формул, таблиц, рисунков, фотографий, трехмерной графики. Динамический ряд включает демонстрации в форме видеоклипов, анимаций, интерактивных моделей. Он не только обеспечивает новое качество наглядности, но и позволяет контролировать уровень уяснения, осмысления и усвоения предъявляемых материалов, адекватность этих процессов. Для этого изложение теории должно быть насыщено несложными, но контекстно привязанными к демонстрациям контролирующими заданиями, требующими активного восприятия, анализа и обобщения учебной информации.

Интерактивные модели не демонстрационного, а исследовательского характера (модельные лабораторные стенды) и *модельные конструкторы* не просто продолжают иллюстративно-демонстрационный ряд, но способствуют развитию мышления, самостоятельности, навыков исследования, формированию модельного знания. При работе с моделями в качестве дополнения к лабораторному практикуму учащиеся осуществляют в режиме диалога такие формы деятельности, как наблюдение, сопоставление, обобщение, выбор, анализ результатов, поиск условий для реализации поставленной задачи, конструирование ситуаций и систем. Это особенно важно для самостоятельных, инициативных студентов, которым работа с тренажерами представляется рутинной. Для слабых, неподготовленных учащихся работа с моделями особенно сложна, поэтому при проведении модельного практикума необходимы значительные усилия преподавателя по организации эффективной работы аудитории.

Практический вклад автора в развитие информационно-образовательной среды связан с обучающей системой «Интер@ктивная физика», разработанной пермским Институтом инновационных технологий (<http://stratum.ac.ru/edu>) и предназначенной для поддержки изучения нового материала, выполнения исследований на моделях, проведения индивидуализированных

тренингов и тестирования, в том числе в режиме самостоятельной работы. В настоящее время среда содержит около 1400 объектов, в том числе более 400 интерактивных моделей (демонстрационного и исследовательского характера, а также модельных конструкторов), около 50 анимаций и 120 видеосюжетов, более 700 интерактивных заданий (задач, репетиторов и тренажеров), около 100 интерактивных тестов. Также в состав среды входят система мониторинга, которая отображает данные об освоении материала каждым учащимся, и карты знаний – иерархически выстроенная структурно-логическая модель учебной дисциплины.

Подробно принципы организации и методика использования среды описаны в других работах (1; 2; 3). Первые две касаются в основном динамического визуального ряда, а третья – уровневой организации баз заданий и карт знаний.

Общий объем «Интер@ктивной физики» оказывается настолько значителен, что актуальной становится вторая названная в начале статьи проблема: необходимо представить контент таким образом, чтобы не возникало его видимого расхождения с трудоемкостью дисциплины согласно учебному плану. При этом «невидимая часть айсберга» должна присутствовать «во втором эшелоне», назначение которого состоит в предоставлении студенту возможности более детальной проработки материала – прежде всего базового, относящегося к школьной программе, если она не была освоена должным образом. Таким образом среда обеспечивает вариативность прохождения курса и возможность формирования индивидуальных траекторий обучения.

В идеале переходы между уровнями сложности материала происходят автоматически в ходе работы *глобальной экспертной системы*, которая решает задачу *управления обучением*. Такая система должна:

а) по ответам учащегося (правильным и неправильным) определять, какие знания, умения и навыки не сформированы в должной мере;

б) при необходимости кратко, но корректно и наглядно объяснять материал;

в) быть способной направленно задавать новый вопрос, генерировать очередное задание, т. е. направлять работу учащегося в среде.

Для учебных дисциплин в их традиционном понимании глобальные экспертные системы, вероятно, будут созданы в перспективе на основе технологий искусственного интеллекта. С их развитием станут реально полными *программно-тех-*

нологические (т. е. не требующие постоянного вмешательства педагога) средства обучения. Пока же в существующих электронных средствах образовательного назначения глобальную экспертную систему заменяют методические рекомендации, встроенные в программный продукт или (и) изложенные в виде прилагаемой брошюры. Таким образом, все современные электронные средства образовательного назначения используются в качестве *программно-методических* средств, предоставляющих пользователю возможность выбора маршрута. Управление учебным процессом в этом случае осуществляется преподавателем, отслеживающим ход обучения либо визуально, либо с помощью создаваемых программным средством журналов работы, которые показывают, какой материал «пройден» и насколько успешно.

В нашем случае для предъявления студентам контента «первого эшелона» и предоставления возможности перейти при необходимости к контенту «второго эшелона» использовалась соответствующая структура *модулей* курса. Эта структура, организованная в соответствии с принципами, сформулированными в работе А. М. Лозинской и Т. Н. Шамало (4), отображалась на блок-схеме модуля (фактически, на фрагменте карты знаний) вместе с оценками. В случае низкого уровня освоения материала (красные лампочки на карте знаний) студент видел, какие дополнительные блоки материала ему следует проработать для улучшения своих показателей.

Эксперимент, направленный на обновление форм организации занятий и методики их проведения с применением модульной технологии и технологии компьютерных тренингов, проведен автором в Пермском педагогическом университете со студентами, обучающимися по профилю «Информационные технологии в образовании» направления подготовки 230400.62 «Информационные системы и технологии». Согласно базовому учебному плану, изучение курса физики происходит в течение трех семестров. На лекционные и практические занятия в сумме выделено 50 аудиторных часов в первом семестре, 42 – во втором, 30 – в третьем; 28 часов лабораторного практикума полностью вынесены в заключительный семестр. Объем самостоятельной работы составляет по семестрам 58, 53 и 27 часов, т. е. в первых семестрах превышает объем аудиторной.

В нашем случае освоение курса физики осложнялось следующим: 1) в соответствии с требованиями вуза, студенты сдавали экзамен ЕГЭ по информатике, а не по физике; 2) всеми, за исключением двух человек, фи-

зика изучалась в школе в объеме 1–2-х часов в неделю. Результат: исходный уровень знаний по физике низкий, в то время как по информатике – хороший. Поэтому параллельно с изложением вузовского курса физики нужно было решать задачу реабилитации школьной базы. С учетом высокого интеллектуального потенциала студентов и специфики профиля вузовской подготовки, логично было максимально использовать возможности компьютерных обучающих технологий.

В ходе лекций использовались виртуальные учебные объекты предметно-информационного компонента среды «Интер@ктивная физика» – модели, анимации, видеозаписи экспериментов. Что же касается предметно-процедурного компонента – интерактивных задач, репетиторов и тренажеров, – было принято решение использовать его в основном в часы самостоятельной работы. Система мониторинга, вообще говоря, позволяет отслеживать работу студентов в удаленном доступе, в том числе с домашнего компьютера. Но для наблюдения за ходом тренингов, анализа его результатов и оценки эффективности работы обучающая среда была установлена в локальной сети кафедры (самостоятельная работа «в режиме читального зала»). В компьютерном классе студенты могли также в индивидуальном режиме работать с моделями и анимациями, в том числе с использовавшимися на лекциях и практических занятиях. Вдобавок они получали подготовленные в «Microsoft Word» файлы, содержащие визуальный ряд лекций (скриншоты работы моделей и анимации, при необходимости – пошаговые, сложные чертежи), формулировки определений и законов. Такие файлы не заменяют традиционный конспект, а дополняют его, в основном материалом, который перенести с экрана в конспект невозможно или затруднительно. В результате при самостоятельной работе становится возможной актуализация визуального ряда с аудиторных занятий, формируется своеобразный опорный конспект. Среда поддерживает ведение электронного журнала, в котором фиксируются дата, время и продолжительность работы с виртуальными учебными объектами (в первую очередь с тренажерами), успешность выполнения каждого отдельного задания и обобщающего их теста.

Помимо занятий с компьютерной средой, каждый студент получал для решения дома индивидуальный вариант традиционных задач (за три семестра – 10 модулей по 10 задач в каждом); также проводились тематические контрольные работы (в трех семестрах – пять, четыре и три работы соответственно).

Эксперимент показал, что применение структурированной в виде модулей среды «Интер@ктивная физика» дает положительный эффект. Модельный материал, операции, приемы решения, типы задач, входивших в состав использованных тренажеров, в целом оказываются освоенными лучше, чем те, что объяснялись только на доске. Это видно по тому, насколько успешно студенты справлялись с задачами для самостоятельного домашнего решения, с задачами контрольных работ и тестами. Отчасти результат объясняется большим временем, затраченным на освоение этих операций, приемов и типов задач, но в значительной степени – персональными направляющими реакциями экспертных систем, контекстно-разъясняющим характером подсказок, устраняющих недопонимание материала на индивидуальном уровне. Можно констатировать также, что индивидуальные тренинги способствуют более надежному и долговременному усвоению материала и более осмысленному выполнению операций.

В то же время обнаружен ряд требующих учета сложностей.

1. Обучаемые поначалу склонны игнорировать тексты общих встроенных пояснений к заданиям (кнопка «Помощь») и тексты реакций экспертной системы на ошибочные действия, надеясь получить правильный ответ путем перебора конфигураций. Однако, как правило, интерфейс заданий допускает очень большое число конфигураций, и потому такая «тактика» бесперспективна. К тому же в рамках задания обычно предлагается решить несколько его вариантов подряд. Поэтому легче один раз разобраться в логике решения, чем 3–4 раза пробираться наугад. Это приходится неоднократно объяснять обучаемым, обращать их внимание на описанную коллизию, когда, обнаружив неуспех «тактики угадывания», они начинают нервничать. Разъяснительная работа легко проводится, если преподаватель и студенты находятся в одной аудитории, но затруднена в удаленном режиме.

2. Обнаружена проблема «порогового уровня» знания материала, которое требуется для успешной работы с тренажерами. Изначально многие из них предназначались для подготовки старшеклассников к ЕГЭ, так что предполагалось наличие ненулевых знаний на входе и сформированной мотивации. В ходе эксперимента выяснилось, что низкий входной уровень даже после объяснения решения задач на доске не всегда позволяет успешно работать

с тренажерами. Был сделан вывод о желательности введения дополнительных блоков объяснений внутри тренажеров. Предполагается включить в их состав озвученные видеоролики, выполненные путем захвата изображения с монитора (например, в пакете «Camtasia Studio»). Ролики должны демонстрировать как технологию работы с объектами на экране, так и приемы и алгоритмы решения задач, показывать, как решается один из вариантов задания, чтобы остальные варианты обучаемый решил «по образцу».

3. На студенческой аудитории подтвержден ранее описанный (См.: 3) эффект «проблемы переноса» знаний, умений и навыков с доски и тетради на экран монитора и обратно, с экрана в тетрадь. Для значительной части обучаемых действия, выполняемые на доске и в тетради, не всегда воспринимаются как эквивалент действий на экране компьютера. В результате задача, успешно решавшаяся в ходе тренингов, может остаться нерешенной во время контрольной работы. Ситуационные различия нивелируются дополнительными тренировками. Такие «переносы» полезны, их можно расценивать как особую форму «решения задачи в измененной ситуации» (изменение инструментария).

4. Знания, умения и навыки, сформированные в ходе тренингов, как и при традиционном обучении, утрачиваются со временем. Для закрепления результатов требуются цикличность тренингов, возврат к изученному материалу, его повторение перед сдачей зачетов и экзаменов. Соответственно компьютерная среда содержит большое количество вариантов заданий, отличающихся по компоновке и форме представления материала при схожем содержании. Их использование требует значительных затрат времени со стороны обучаемых.

5. Приходится констатировать, что если в школе не были сформированы необходимые навыки, прежде всего элементы математической культуры, которые должны закладываться в младших и средних классах, то наверстывание упущенного требует от студентов серьезных усилий, причем не меньших, а больших, чем требуется от 7–8-классников.

В целом, по нашему мнению, возможность организации самостоятельной работы студентов с использованием технологии «эшелонированных» модулей, включающих интерактивные тренинги, заслуживает пристального внимания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баяндин Д. В. Мультиплетная структура виртуальной среды обучения и технологизация учебного процесса // Образовательные технологии и общество = Educational Technology & Society. 2013. Т. 16, № 3. С. 465–488.
2. Баяндин Д. В. Обучение физике на основе моделирующих компьютерных систем // Школьные технологии. 2011. № 2. С. 105–115.
3. Баяндин Д. В., Медведева Н. Н., Мухин О. И. Управление учебной деятельностью и ее мониторинг на основе тренинговой технологии обучения // Образовательные технологии и общество = Educational Technology & Society. 2012. Т. 15, № 1. С. 505–524.
4. Лозинская А. М., Шамало Т. Н. Структурирование содержания образования в модульной педагогической технологии // Педагогическое образование в России. 2010. № 4. С. 45–52.
5. Оспенникова Е. В. Электронный учебник. Каким ему быть? // Наука и школа. М. : МПГУ, 2004. № 2. С. 18–25.
6. Современная учебная книга: подготовка и издание / под ред. С. Г. Антоновой, А. А. Вахрушева. М. : МГУП, 2004.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. Т. Н. Шамало.