

Научная статья

УДК 004.94; DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-147-158

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОСТЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

✉Медведева Людмила Владимировна;

Егорова Наталья Ивановна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉luvmed@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты научно-исследовательской работы, целью которой является активизация обучающихся путем использования образовательного потенциала визуализации в условиях гармоничного дополнения натуральных и виртуальных работ в процессе изучения механического движения.

Впервые в цикле лабораторно-практических занятий с помощью средств и методов визуализации удалось успешно создать виртуальные учебные модели, аналогичные натурным (реальным) моделям физических процессов, которые дополняют натурные модели; в рамках одного лабораторного задания с вариативными исходными данными одновременно осуществить визуализацию измерительных приборов и визуализацию физических процессов.

Ключевые слова: фундаментальное знание, активизация обучающихся, визуализация, образовательный потенциал, визуализация измерительных приборов, визуализация физических процессов

Для цитирования: Медведева Л.В., Егорова Н.И. Применение визуализации для управления активностью обучающихся в процессе изучения механического движения // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 4. С. 147–158. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-147-158.

Scientific article

APPLYING OF VISUALIZATION TO MANAGE STUDENTS' ACTIVITY IN THE PROCESS OF STUDYING MECHANICAL MOTION

✉Medvedeva Lyudmila V.

Egorova Natalia I.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM OF Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉luvmed@mail.ru

Abstract. The results of research work are presents. The purpose of work is to activate students by using the educational potential of visualization in conditions of harmonious complement of real and virtual laboratory work in mechanical movement studying process.

For the first time in laboratory practice it was possible to successfully create virtual training models similar to real models of physical processes that complement real models using visualization tools and methods, as well as to perform simultaneously visualization of measuring instruments and physical processes within one laboratory task with variable initial data.

Keywords: fundamental knowledge, activation of students, visualization, educational potential, measuring instruments visualization, visualization of physical processes

For citation: Medvedeva L.V., Egorova N.I. Applying of visualization to manage students' activity in the process of studying mechanical motion // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 4. P. 147–158. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-147-158.

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

Введение

В современных условиях стремительно возрастающего темпа развития науки и техники инженеру вне зависимости от предмета его профессиональной деятельности на практике приходится иметь дело с качественно новыми для него областями физических явлений. Для специалистов пожарно-технических профилей умение применять на практике законы, описывающие механическое движение, становится одновременно условием личной безопасности, грамотного контроля и обеспечения безопасности различного технического оборудования, включающего в себя подвижные части.

Знание физико-математического описания законов механики движущихся жидкостей (газов) является условием грамотной эксплуатации и прогнозирования чрезвычайных ситуаций для газо- и водопроводов, бензо- и нефтехранилищ, а также тушения пожаров с применением пожарных рукавов с водным или пенным наполнением [1, 2].

Знание основ теории погрешностей для инженера является условием грамотной эксплуатации измерительной техники как на этапе обучения в техническом вузе при проведении научно-исследовательских работ, так и в процессе самостоятельной профессионально-технической деятельности вне зависимости от ее предмета [3, 4].

С этих позиций в профессиональной подготовке инженеров пожарно-технических профилей в образовательном процессе технических вузов, в том числе и пожарно-технических профилей, чрезвычайную практическую значимость приобретает не описательное ознакомление с различными физическими явлениями в процессе изучения естественнонаучных дисциплин, а специально организованное лично-ориентированное овладение иерархией физических законов и понятий. Будущий инженер вне зависимости от предмета профессиональной деятельности должен уметь работать с реальными приборами, уметь ставить эксперименты, проводить измерения и обработку результатов измерений [5, 6].

Однако поиск практических способов решения указанной образовательной задачи в настоящее время затруднен следующими негативными тенденциями развития современной высшей профессионально-технической школы [7]:

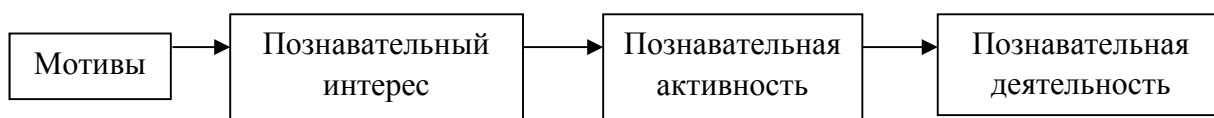
- постепенное сокращение аудиторных часов на изучение естественнонаучных дисциплин, в том числе дисциплины «Физика»;
- постепенная ликвидация натуральных лабораторий, а в отдельных случаях демонтаж и полное замещение натуральных лабораторных работ виртуальными работами;
- объективные сложности с организацией самостоятельной работы обучающихся во внеучебное время (особенно острой эта проблема является для военных и военизированных вузов).

Основной целью исследования является активизация обучающихся в процессе изучения механического движения на лабораторно-практических занятиях дисциплины «Физика» путем использования образовательного потенциала визуализации в условиях гармоничного дополнения натуральных и виртуальных работ.

Методы исследования

«Великая цель образования – это не знания, а действия» (Г. Спенсер), а в философии познание определяется как процесс творческой деятельности людей, формирующий их знания, на основе которых возникают цели и мотивы человеческих действий.

Факторы, формирующие активность обучающегося, образуют следующие взаимообусловленные элементы:



В настоящее время в экспериментальных исследованиях психологов подтверждено, что необходимым условием развития личных способностей обучающихся является ведущая роль познавательных мотивов. Именно познавательная мотивация обуславливает познавательный интерес, познавательную активность и смысл познавательной деятельности обучающегося в образовательном процессе учебной дисциплины [8].

Экспериментально подтверждено, что познавательная мотивация субъекта учения является отражением заданных ему условий деятельности. Если обучающийся по внутреннему побуждению, а не по принуждению включается в решение учебной задачи, то его усилия направляются не на «производство оценки», а на «производство знаний». Это значит, что для обучающегося именно познавательная деятельность становится целью достижения, то есть его личные познавательные мотивы начинают доминировать над мотивами достижения (стремление к успеху и избегание неудачи) [9].

Следовательно, в процессе обучения должна быть обеспечена такая система условий, в которой субъект не по принуждению, а по внутреннему побуждению занимает активную позицию и проявляет интеллектуальные инициативы.

Элементами структуры активности являются: готовность выполнять учебные задания, стремление к самостоятельной деятельности, сознательность выполнения заданий, системность обучения, стремление повышать свой личный уровень.

При этом формирование внутренних смыслообразующих стимулов познавательной деятельности обеспечивают: индивидуализация обучения, самостоятельный исследовательский поиск, развитие метакогнитивного опыта личности (самоанализ, самоконтроль, рефлексия) в специально организованных условиях индивидуального поиска решения учебной задачи.

Таким образом, организация и управление познавательным процессом, поиск и педагогическая адаптация современных технических средств управления активностью обучающихся являются стратегическими методическими задачами преподавателей вузов.

В настоящее время одним из эффективных средств формирования результатов обучения и развития интеллектуальных способностей является визуализация. Однако, по мнению исследователей, образовательный потенциал визуализации раскрыт недостаточно, а вопросам обучения и развития способностей у обучающихся с помощью средств и методов визуализации отводится недостаточное внимание [10, 11].

«Процесс визуализации – это свергивание мыслительных содержаний в наглядный образ; будучи воспринятым, образ может быть развернут и служить опорой адекватных мыслительных и практических действий» (А.А. Вербицкий).

В учебном процессе естественнонаучной дисциплины грамотное использование средств визуализации для изучения физических явлений и процессов способствует решению следующих образовательных задач [12, 13]:

- воспроизведение понятийного аппарата;
- освоение фундаментальных знаний;
- стимулирование развития критического и образного мышления;
- развитие познавательного интереса и побуждение к продуктивной деятельности;
- воспитание визуальной культуры как компоненты информационной культуры;
- развитие метакогнитивного опыта (самоконтроль, рефлексия, самоанализ).

В процессе визуализации регулятивами методической работы выступают следующие принципы представления информации [14]: научность, структурность, лаконичность, акцент на основных смысловых элементах, использование привычных ассоциаций и стереотипов; обобщение и унификация.

В визуальном представлении емкость, лаконичность, краткость способствуют более четкому, полному, эффективному пониманию и выстраиванию учебного материала.

Следует отметить, что основным назначением средств визуализации является представление информации в простом и доступном для восприятия виде в строгом

соответствии с требованием закона соответствия выбранного решения содержанию отображаемой информации [15].

Визуальное представление данных должно способствовать [16]:

- воспитанию внимания, наблюдательности, культуры мышления, интересу к учению;
- образованию наиболее полных представлений об изучаемых предметах и явлениях;
- привитию навыков самостоятельной исследовательской работы.

Для решения комплекса образовательных задач с помощью средств визуализации следует учитывать, что методы визуализации должны [17]:

- представлять информацию в понятном и наглядном виде;
- компактно описывать факты и закономерности;
- являться иллюстрацией построения физических моделей.

Выполнение методических рекомендаций, принципов и законов визуализации является необходимым условием появления положительной динамики развития исследовательской деятельности с трансформацией личных потребностей, мотивов, целей, действий, средств, предмета и результатов [18].

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, «Разработка информационной образовательной среды для изучения дисциплины «Физика»» для раздела «Механика» были созданы три виртуальные лабораторные работы по физике, выполненные в среде MS Excel.

При разработке к работам были предъявлены следующие требования [19]:

- визуализация физических процессов;
- визуализация измерительных приборов;
- визуализация процессов измерений;
- визуализация измерительных инструментов и процесса измерений в одном учебном задании;
- визуализация измерительных инструментов и физических процессов в одном учебном задании;
- по возможности графическое представление результатов работы;
- обеспечение индивидуального изучения учебной проблемы (решение учебной задачи по вариантам исходных данных);
- разработка грамотного дидактического сопровождения работы.

Визуализация работы измерительных инструментов в виртуальной лаборатории обеспечивает формирование начальных навыков работы с реальными измерительными приборами (штангенциркуль, микрометр, весы) в натурной лаборатории, где обучающиеся в ходе выполнения индивидуальных заданий работают с натурными измерительными приборами и с помощью натуральных установок изучают реальные модели физических процессов.

Таким образом, в учебном процессе дисциплины «Физика» при изучении раздела «Механика» обучающиеся получают практические навыки для выполнения как виртуальных, так и натуральных лабораторных работ. Созданы образовательные условия, в которых компьютерные модели, разработанные с помощью визуализации, не замещают реальные физические модели, а дополняют их, что позволяет обучающимся понять изучаемые физические процессы и освоить фундаментальное физическое знание.

Каждое учебное задание в виртуальной лаборатории имеет не менее 15 вариантов исходных данных, что позволяет каждому обучающемуся выстроить индивидуальную траекторию при фронтальном выполнении учебного задания.

Еще одним из важнейших требований к создаваемым работам является возможность графической обработки полученных результатов и извлечения дополнительных данных в ходе математической обработки. Навыки работы не только с табличными,

но и с графическими данными входят в перечень базовых навыков инженеров, и если есть возможность такого представления полученных результатов ее необходимо использовать.

Последнее требование относится к разработке методических рекомендаций для выполнения лабораторных работ, которые должны содержать:

– физически грамотное, доступное для понимания описание исследуемых физических явлений и процессов;

– детализированный, логически стройный порядок учебных действий.

Выполнение указанных требований является для каждого обучающегося необходимым условием построения индивидуальной образовательной траектории. Следует отметить, что преподаватель на учебном занятии в виртуальной лаборатории физики исполняет функции консультанта, с которым можно обсудить ход индивидуальной работы и задать вопросы как в процессе выполнения индивидуального задания, так и в тупиковой ситуации.

Первая из представленных виртуальных лабораторных работ посвящена изучению законов поступательного и вращательного движения и называется «Изучение законов динамики вращательного движения на маятнике Обербека» [20]. Вращающиеся детали встречаются во многих элементах пожарной и спасательной техники, и для специалистов необходимо знание физических законов, описывающих их движение. В лабораторной работе средствами программирования на языке VisualBasicforApplications (VBA) смоделированы связанные между собой вращательное движение маятника и поступательное движение платформы с грузами (рис. 1), с учетом действующих в системе сил и вызванного ими ускорения.

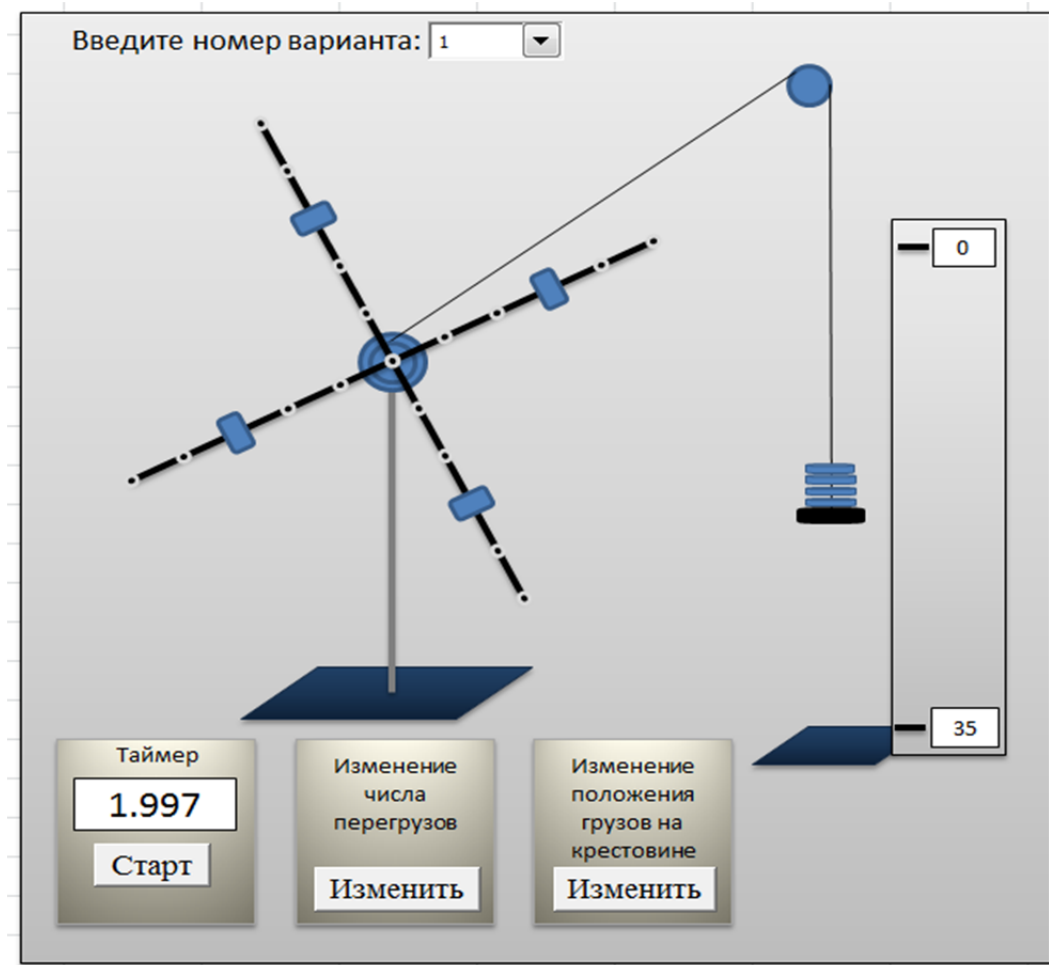


Рис. 1. Модель маятника Обербека, разработанная в среде MS Excel, в процессе выполнения работы

В ходе выполнения работы обучающиеся измеряют время опускания платформы с грузом, что при известных параметрах установки позволяет рассчитать характеристики вращательного движения маятника, такие как угловое ускорение, момент силы, действующий на маятник, кинетическую энергию вращения. Предложенная виртуальная работа состоит из двух независимых частей. В первой части предлагается менять количество перегрузов на платформе, в результате чего меняется момент силы тяжести, вызывающий вращение крестовины, что позволяет изучить зависимость момента силы от углового ускорения маятника. Во второй части работы – при неизменной силе тяжести меняют положение грузов на крестовине, что позволяет изучить зависимость момента инерции маятника от расстояния до грузов от оси вращения маятника.

В результате выполнения работы и графического построения указанных выше зависимостей обучающимся демонстрируются законы динамики вращательного и поступательного движения. Вариативность работы достигается за счет изменения достаточного большого количества параметров установки, таких как:

- массы грузов, перегрузов и платформы;
- длины стержня, на котором крепятся перегрузы;
- расстояния, на которое опускается платформа;
- радиуса штифта, на который наматывается нить.

В следующей виртуальной лабораторной работе «Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика» [21], созданной в рамках выполнения научно-исследовательской работы, изучаются законы механики движущейся жидкости. Средствами программирования на языке VBA в рамках данной работы имитируется работа измерительных приборов и движение маленького металлического шарика в вязкой жидкости (рис. 2).

Степень прозрачности и коэффициент вязкости жидкости выбраны так, чтобы можно было наблюдать погружение шарика, а время погружения – измерить с помощью секундомера. В работе измеряются масса и диаметр шарика, что позволяет рассчитать его плотность. После этого измеряют время погружения шарика в жидкости, что позволяет определить коэффициент ее вязкости.

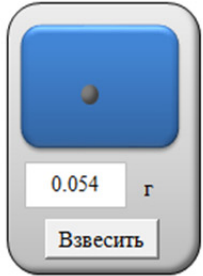
Вариативность работы достигается за счет комбинации различных жидкостей, заполняющих колбу, металлов, из которых сделаны шарики, а также геометрических характеристик шариков и колбы.

Последняя из виртуальных лабораторных работ, созданных для раздела «Механика», называется «Определение плотности тел правильной геометрической формы» [22–28] и посвящена изучению алгоритма расчета прямых и косвенных погрешностей физических измерений. Умение делать правильный расчет погрешностей является важной частью любых экспериментальных исследований. На примере достаточно простых измерений геометрических характеристик полого металлического цилиндра и вычисления его плотности в работе предлагается выполнить определенное количество прямых и косвенных измерений и правильно записать полученный результат.

Средствами программирования на языке VBA имитируется работа следующих измерительных приборов: двух микрометров, штангенциркуля и электронных весов (рис. 3). Вариативность индивидуальных заданий достигается путем изменения размеров цилиндра и материала, из которого он выполнен.

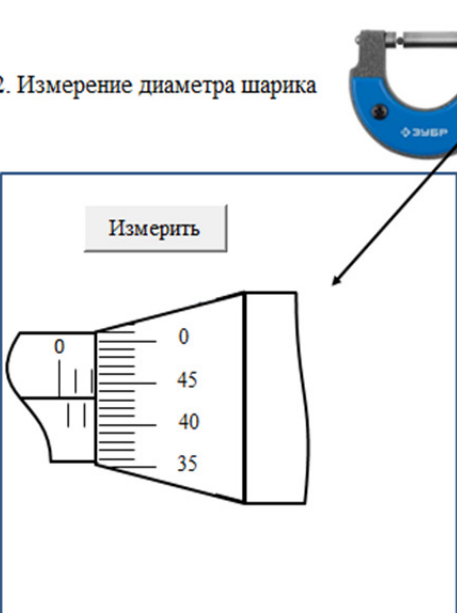
Введите номер варианта

1. Измерение массы шарика



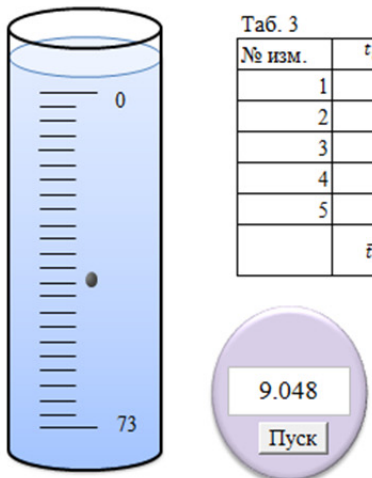
0.054 г
Взвесить

2. Измерение диаметра шарика



Измерить

3. Измерение времени погружения



0
73

9.048
Пуск

Расстояние между метками
 $L = 73,00$ см $\Delta L = 0,05$ см
Диаметр сосуда
 $D = 6,450$ см $\Delta D = 0,005$ см
Плотность жидкости
 $\rho = 900$ кг/м³ $\Delta\rho = 1$ кг/м³

Таб. 1

№ изм.	$m_i, \text{г}$	$(m_i - \bar{m}), \text{г}$	$(m_i - \bar{m})^2, \text{г}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
	$\bar{m} =$		$\sum (m_i - \bar{m})^2 =$

Таб. 2

№ изм.	$d_i, \text{мм}$	$(d_i - \bar{d}), \text{мм}$	$(d_i - \bar{d})^2, \text{мм}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
	$\bar{d} =$		$\sum (d_i - \bar{d})^2 =$

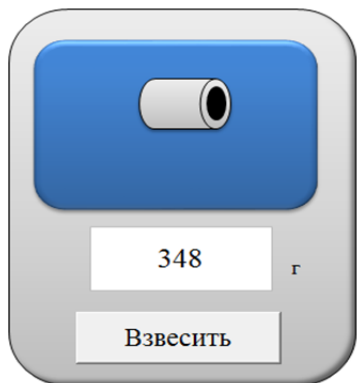
Таб. 3

№ изм.	$t_i, \text{с}$	$(t_i - \bar{t}), \text{с}$	$(t_i - \bar{t})^2, \text{с}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
	$\bar{t} =$		$\sum (t_i - \bar{t})^2 =$

Рис. 2. Общий вид виртуальной лабораторной работы «Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика»

1. Измерение массы цилиндра

Назад



Таб. 1

№ изм.	$m_i, \text{г}$	$(m_i - \bar{m}), \text{г}$	$(m_i - \bar{m})^2, \text{г}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{m} =$		$\sum (m_i - \bar{m})^2 =$	



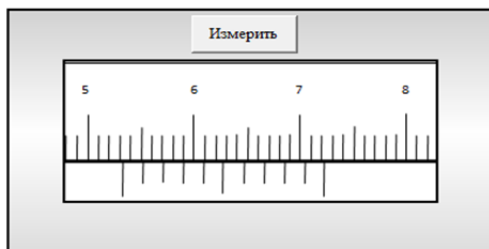
2. Измерение длины цилиндра штангенциркулем

Назад



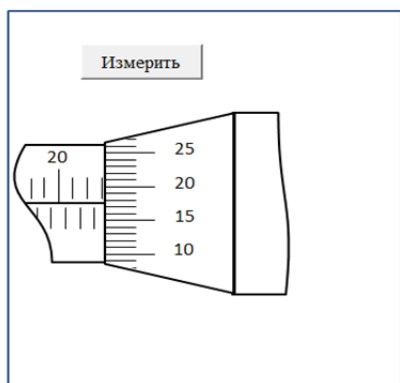
Таб. 2

№ изм.	$l, \text{см}$	$(l_i - \bar{l}), \text{см}$	$(l_i - \bar{l})^2, \text{см}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{l} =$		$\sum (l_i - \bar{l})^2 =$	



3. Измерение внешнего диаметра цилиндра

Назад



Таб. 3

№ изм.	$D_i, \text{мм}$	$(D_i - \bar{D}), \text{мм}$	$(D_i - \bar{D})^2, \text{мм}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{D} =$		$\sum (D_i - \bar{D})^2 =$	



Рис. 3. Общий вид виртуальной лабораторной работы «Определение плотности тел правильной геометрической формы»

Заключение

Рассмотренные виртуальные работы, в которых средства визуализации используют для визуализации измерительных инструментов и физических процессов, дополняют натурные лабораторные работы в едином цикле лабораторно-практических занятий в разделе «Механика», который осваивается будущими специалистами и бакалаврами пожарно-технических профилей Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Следует отметить, что впервые в этом цикле с помощью средств и методов визуализации удалось:

- создать виртуальные учебные модели, аналогичные натурным (реальным) моделям физических процессов, которые не заменяют, а дополняют реальные аналоги;

- в рамках одного лабораторного задания с вариативными исходными данными одновременно осуществить визуализацию измерительных приборов и физических процессов.

Еще одним преимуществом представленных виртуальных лабораторных работ является возможность их эффективного использования в процессе дистанционного обучения.

Педагогические измерения качества образовательного процесса подтверждают активизацию обучающихся на лабораторно-практических занятиях в процессе изучения механического движения, что указывает на раскрытие образовательного потенциала визуализации в условиях гармоничного дополнения натуральных и виртуальных работ в цикле лабораторно-практических занятий в разделе «Механика» курса общей физики.

Список источников

1. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Изучение законов динамики движущейся жидкости в режиме виртуального эксперимента на лабораторно-практических занятиях по физике // Актуальные вопросы естествознания: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иваново, 2021. С. 282-285.

2. Абросимов Ю.Г., Жучков В.В., Пузач С.В. Гидрогазодинамика. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 325 с.

3. Егорова Н.И., Трубилко А.И., Медведева Л.В. Использование возможностей среды MS EXCEL для углубления естественнонаучных знаний в учебном процессе дисциплины «Физика» // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов VII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново, 2022. С. 670-676.

4. Егорова Н.И., Трубилко А.И., Медведева Л.В. Применение среды MS EXCEL для визуализации физических приборов и изучения алгоритма расчета погрешностей // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. / сост. Т.В. Фролова. Иваново, 2023. С. 437-441.

5. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Электронное обучение физике (исторические и терминологические аспекты): монография. М.: МПГУ, 2014. 108 с.

6. Медведева Л.В. Анализ опыта информационного обеспечения развития интеллектуальных функций обучающихся в высшей школе // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2021. № 2. С. 149-157.

7. Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Использование компьютерного моделирования для формирования компетенций в области спектрального анализа в вузе МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2021. № 1. С. 36-44.

8. Медведева Л.В. Актуальные психолого-педагогические проблемы использования современных информационных ресурсов в образовательном процессе высшей школы // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2022. № 1. С. 136-145.

9. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высш. шк., 1991. 207 с.

10. Журкин А.А. Использование технологий визуализации и полисенсорного представления обучающего материала в интеллектуальных обучающих системах // Ученые

записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. № 3 (27). С. 6-28.

11. Тихонова И.В., Иванов И.И., Омарова П.Г. Реализация принципа визуализации в процессе обучения // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60/1. С. 307–309.

12. Experience Enhances Science Learning / C. Kontra [et al.] // Psychological Science. 2015. Vol. 26 (6). P. 737–749.

13. Аранова С.В. Интеллектуально-графическая культура визуализации учебной информации в контексте модернизации общего образования // Вестник ЧГПУ. 2017. № 5. С. 9-16.

14. Нестеров В.Н., Куликова Е.В. Методика визуализации процессов обучения по физике в вузе // Альманах современной науки и образования. 2010. № 4 (35). С. 58-64.

15. Борисов Е.Е. Визуализация как активное направление распространения информации // Молодой рабочий. 2019. № 22. С. 611-614.

16. Лаптев В.В. Информационный дизайн и визуализация данных // Дизайн. Теория и практика. 2014. № 15. С. 32-46.

17. Дербак Н.В. Методические рекомендации по визуализации учебной информации // Информатика в школе. 2019. № 10 (153). С. 31-35.

18. Зинченко В.П. Формирование зрительного образа // Исследование деятельности зрительной системы. М.: Изд-во МГУ, 1969. 105 с.

19. Авдулова И.В. Технология визуализации учебной информации. URL: <https://multiurok.ru/files/tiekhnologhiia-vizualizatsii-uchiebnoi-informatsii.html> (дата обращения: 12.10.2023).

20. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения законов механики вращательного движения: свид-во о регистрации программы для ЭВМ 2021617439 от 14 мая 2021 г. Заявка № 2021616577 от 27 апр. 2021 г.

21. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения законов механики движущейся жидкости: свид-во о регистрации программы для ЭВМ RU 2021612333 от 16 февр. 2021 г. Заявка № 2020665821 от 1 дек. 2020 г.

22. Егорова Н.И. Автоматизация алгоритмов обработки погрешностей прямых и косвенных измерений физических величин: свид-во о регистрации программы для ЭВМ 2022681077 от 9 нояб. 2022 г. Заявка № 2022680406 от 1 нояб. 2022 г.

23. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов / И.Ж. Георгова [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 94-98.

24. Резник Н.А. Технология визуального мышления // Информационная среда обучения. СПб.: Свет, 1997. 400 с.

25. Mäntylä T., Hämäläinen A. Obtaining Laws Through Quantifying Experiments: Justifications of Preservice Physics Teachers in the Case of Electric Current, Voltage and Resistance // Sci&Educ. 2015. № 24. P. 699–723.

26. Lazos P., Vlahakis G.N. Physics Education in the Greek Community Schools of Istanbul (19 th century) // Scientific Instruments and Experiments in Electrostatics: AIP Conf. Proc. 2016. № 1722. 170001.

27. López S., Veit E.A., Araujo I.S. A literature review about computational modeling and simulation in physics education in middle and high school levels // Revista Brasileira de Ensino de Física. 2016. Vol. 38. № 2. 2401.

28. Vera F., Rivera R., Fuentes R., Maltrana D.R. Study of the free fall motion using experiments in video // Revista eureka sobreensenanzay divulgacion de las ciencias. 2015. Vol. 12. Iss. 3. P. 581-592.

References

1. Danilov I.L., Egorova N.I. Izuchenie zakonov dinamiki dvizhushchejsya zhidkosti v rezhime virtual'nogo eksperimenta na laboratorno-prakticheskikh zanyatiyah po fizike // Aktual'nye voprosy estestvoznaniya: materialy VI Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. Ivanovo, 2021. S. 282–285.
2. Abrosimov Yu.G., Zhuchkov V.V., Puzach S.V. Gidrogazodinamika. M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2015. 325 s.
3. Egorova N.I., Trubilko A.I., Medvedeva L.V. Ispol'zovanie vozmozhnostej sredy MS EXCEL dlya uglublenniya estestvennonauchnykh znaniy v uchebnom processe discipliny «Fizika» // Aktual'nye voprosy estestvoznaniya: sb. materialov VII Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo, 2022. S. 670–676.
4. Egorova N.I., Trubilko A.I., Medvedeva L.V. Primenenie sredy MS EXCEL dlya vizualizacii fizicheskikh priborov i izucheniya algoritma rascheta pogreshnostej // Aktual'nye voprosy estestvoznaniya: sb. materialov VIII Vseros. nauch.-prakt. konf. / sost. T.V. Frolova. Ivanovo, 2023. S. 437–441.
5. Smirnov A.V., Smirnov S.A. Elektronnoe obuchenie fizike (istoricheskie i terminologicheskie aspekty): monografiya. M.: MPGU, 2014. 108 c.
6. Medvedeva L.V. Analiz opyta informacionnogo obespecheniya razvitiya intellektual'nykh funkcyj obuchayushchihsya v vysshej shkole // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 2. S. 149–157.
7. Medvedeva L.V., Danilov I.L., Egorova N.I. Ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya dlya formirovaniya kompetencij v oblasti spektral'nogo analiza v vuze MCHS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 1. S. 36–44.
8. Medvedeva L.V. Aktual'nye psihologo-pedagogicheskie problemy ispol'zovaniya sovremennykh informacionnykh resursov v obrazovatel'nom processe vysshej shkoly // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2022. № 1. S. 136–145.
9. Verbickij A.A. Aktivnoe obuchenie v vysshej shkole: kontekstnyj podhod. M.: Vyssh. shk., 1991. 207 s.
10. Zhurkin A.A. Ispol'zovanie tekhnologij vizualizacii i polisensornogo predstavleniya obuchayushchego materiala v intellektual'nykh obuchayushchih sistemah // Uchenye zapiski. Elektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. № 3 (27). S. 6–28.
11. Tihonova I.V., Ivanov I.I., Omarova P.G. Realizaciya principa vizualizacii v processe obucheniya // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2018. № 60/1. S. 307–309.
12. Experience Enhances Science Learning / C. Kontra [et al.] // Psychological Science. 2015. Vol. 26 (6). P. 737–749.
13. Aranova S.V. Intellektual'no-graficheskaya kul'tura vizualizacii uchebnoj informacii v kontekste modernizacii obshchego obrazovaniya // Vestnik CHGPU. 2017. № 5. S. 9–16.
14. Nesterov V.N., Kulikova E.V. Metodika vizualizacii processov obucheniya po fizike v vuze // Al'manah sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2010. № 4 (35). S. 58–64.
15. Borisov E.E. Vizualizaciya kak aktivnoe napravlenie rasprostraneniya informacii // Molodoj rabochij. 2019. № 22. S. 611–614.
16. Laptev V.V. Informacionnyj dizajn i vizualizaciya dannykh // Dizajn. Teoriya i praktika. 2014. № 15. S. 32–46.
17. Derbak N.V. Metodicheskie rekomendacii po vizualizacii uchebnoj informacii // Informatika v shkole. 2019. № 10 (153). S. 31–35.
18. Zinchenko V.P. Formirovanie zritel'nogo obraza // Issledovanie deyatel'nosti zritel'noj sistemy. M.: Izd-vo MGU, 1969. 105 s.
19. Avdulova I.V. Tekhnologiya vizualizacii uchebnoj informacii. URL: <https://multiurok.ru/files/tiekhnologhiia-vizualizatsii-uchiebnoi-informatsii.html> (data obrashcheniya: 12.10.2023).

20. Danilov I.L., Egorova N.I. Avtomatizatsiya izucheniya zakonov mekhaniki vrashchatel'nogo dvizheniya: svid-vo o registratsii programmy dlya EVM 2021617439 ot 14 maya 2021 g. Zayavka № 2021616577 ot 27 apr. 2021 g.

21. Danilov I.L., Egorova N.I. Avtomatizatsiya izucheniya zakonov mekhaniki dvizhushchey zhidkosti: svid-vo o registratsii programmy dlya EVM RU 2021612333 ot 16 fevr. 2021 g. Zayavka № 2020665821 ot 1 dek. 2020 g.

22. Egorova N.I. Avtomatizatsiya algoritmov obrabotki pogreshnostej pryamyh i kosvennyh izmerenij fizicheskikh velichin: svid-vo o registratsii programmy dlya EVM 2022681077 ot 9 noyab. 2022 g. Zayavka № 2022680406 ot 1 noyab. 2022 g.

23. Virtual'nye laboratornye raboty kak forma samostoyatel'noj raboty studentov / I.Zh. Georgova [i dr.] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2017. № 1. S. 94–98.

24. Reznik N.A. Tekhnologiya vizual'nogo myshleniya // Informacionnaya sreda obucheniya. SPb.: Svet, 1997. 400 s.

25. Mäntylä T., Hämäläinen A. Obtaining Laws Through Quantifying Experiments: Justifications of Preservice Physics Teachers in the Case of Electric Current, Voltage and Resistance // Sci&Educ. 2015. № 24. P. 699–723.

26. Lazos P., Vlahakis G.N. Physics Education in the Greek Community Schools of Istanbul (19th Century) // Scientific Instruments and Experiments in Electrostatics: AIP Conf. Proc. 2016. № 1722. 170001.

27. López S., Veit E.A., Araujo I.S. A literature review about computational modeling and simulation in physics education in middle and high school levels // Revista Brasileira de Ensino de Física. 2016. Vol. 38. № 2. 2401.

28. Vera F., Rivera R., Fuentes R., Maltrana D.R. Study of the free fall motion using experiments in video // Revista eureka sobreenseñanza divulgacion de las ciencias. 2015. Vol. 12. Iss. 3. P. 581–592.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 24.10.2023; одобрена после рецензирования: 07.11.2023; принята к публикации: 10.11.2023

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 24.10.2023; approved after review: 07.11.2023; accepted for publication: 10.11.2023

Сведения об авторах:

Медведева Людмила Владимировна, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, e-mail: lavlmed@mail.ru, SPIN-код: 9487-3042

Егорова Наталья Ивановна, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат физико-математических наук, доцент, SPIN-код: 3318-4811

Information about the authors:

Medvedeva Lyudmila V., professor of the department of physical and technical fundamentals of fire safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), doctor of pedagogical sciences, professor, honored worker of the higher school of the Russian Federation, e-mail: lavlmed@mail.ru, SPIN: 9487-3042

Egorova Natalya I., associate professor, of the department of physical and technical fundamentals of fire safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, SPIN: 3318-4811