

МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА

XXI Международный научно-практический
форум студентов, аспирантов и молодых ученых

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА В СИСТЕМЕ ШКОЛЬНОГО И ВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы III Всероссийской
научно-практической конференции
студентов, магистрантов и аспирантов

Красноярск, 22 мая 2020 г.

Электронное издание

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА

**XXI Международный форум студентов,
аспирантов и молодых ученых**

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА В СИСТЕМЕ ШКОЛЬНОГО И ВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы III Всероссийской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и аспирантов

Красноярск, 22 мая 2020 г.

Электронное издание

КРАСНОЯРСК
2020

ББК 74.00
В 925

Редакционная коллегия:

Н.И. Михасенок, Е.И. Трубицина (отв. ред.)

В 925 Современная физика в системе школьного и вузовского образования: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 22 мая 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Н.И. Михасенок, Е.И. Трубицина; ред. кол.; Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2020. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I ADM, Intel от 600 MHz, 100 Мб HDD, 128 Мб RAM; Windows, Linux; Adobe Acrobat Reader. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00102-449-1

ББК 74.00

ISBN 978-5-00102-449-1

(XXI Международный форум
студентов, аспирантов и молодых ученых
«МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА»)

© Красноярский государственный
педагогический университет
им. В.П. Астафьева, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Вступительное слово

Тесленко В.И.

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ 5

Бормова Т.О.

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ
КОММУНИКАТИВНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ
В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ 8

Высоцкая А.О.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К РАБОТЕ
С ИНФОРМАЦИОННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПО ФИЗИКЕ 11

Грачева А.Д.

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ..... 14

Ильчук А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ 17

Ильчук А.В.

ОПИСАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ
«ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА
ОТ ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ» 19

Костерева Д.В.

РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ
В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПО ФИЗИКЕ..... 22

Кудряшов А.Ю.

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ
В ОБУЧЕНИИ И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИХ СОДЕРЖАНИЯ 25

Машукова О.С.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ..... 28

Рапота А.Е.

СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ
НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ УЧАЩИХСЯ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ..... 31

Распопина В.В.

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ДАТЧИКОВ..... 34

Самсонов К.Г.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ..... 37

Сарангов С.В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗАДАЧНЫХ СИТУАЦИЙ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В 9 КЛАССЕ..... 40

Спиридонов Д.А. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК ОДНО ИЗ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ	43
Трубицин Д.И. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАЛОРИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	45
Черемнова Т.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ.....	48
Шаталова О.С. МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ В ПРОЦЕССЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ	50
Шкуратова Г.Е. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ.....	52
Калугина А.С. СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ	55
Чурилова Ю.Г. РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ	58
Орлов В.А., Орлова И.Н., Костина А.В., Антонова Е.А., Орлов Н.В. РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ НА ПЛАТФОРМЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ.....	61
Орлова И.Н., Куцейко К.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОРТРЕТОВ ЛИТЕРАТУРНЫХ ФРАГМЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ.....	66
Орлов В.А., Кемпф Н.А., Липко В.Д., Орлова И.Н. ПРАКТИКУМ ПО КОЛЕБАНИЯМ И ВОЛНАМ. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	74
Орлова И.Н., Мичурина Д.С. ФИЗИКА ПРУЖИННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА	77
Орлова И.Н., Перевалова Л.В. О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИНДЕКСОВ ХЕРСТА ПРОСТОГО БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ.....	84
Орлова И.Н., Половинкина В.В. ХАОС В ДВОЙНОМ МАЯТНИКЕ	89
Орлова И.Н., Сухацкая У.С. ОСОБЕННОСТИ ОПИСАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКОНОВ КОЛЛЕКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ	93
Подвысоцкая Н.С. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ В ДИСТАНЦИОННОЙ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ	99
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	102

Вступительное слово

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL CONDITIONS FOR CONDUCTING RESEARCH IN PHYSICS TEACHING METHODS

В.И. Тесленко

V.I. Teslenko

Исследование, методика обучения физике, методический факт, организационно-методические условия.

В статье рассматриваются основные организационно-методические условия, способствующие успешному проведению различных исследований в методике обучения физике.

Research, methods of teaching physics, methodological fact, organizational and methodological conditions.

The article considers the main organizational and methodological conditions that contribute to the successful conduct of various studies in the methodology of teaching physics.

Исследования в дидактике физики относятся не только к педагогическим, но и являются прикладными теоретико-экспериментальными и нормативно-познавательными исследованиями. Такие научно-методические исследования по своей сути не только предназначены практике, но и формируют новые практики. Самое главное отличие данных исследований состоит в том, что они являются реализуемыми в практике обучения. Конечно же, эта реализуемость зависит от многих причин, условий, средств достижения. Постановка, формулировка цели – дело не простое, поэтому нужно разрабатывать специальные организационно-методические условия для успешного проведения научно-методического исследования.

При организации научно-методических исследований возникает проблема выделения научно-методического факта в практике обучения, построении системы знаний, методах обучения, формировании экспериментальных исследований, развитии мышления обучаемых и др.

Целью статьи является выделение организационно-методических условий для успешного проведения научно-методического исследования в получении новых знаний о методических системах, методических средствах, систематизации

и проектировании всей практики обучения и воспитания. Эта проблема фундаментальная не только для дидактики физики, но и для других наук.

Выделяются теоретические и эмпирические факты. Теоретический факт по своей природе несет в себе ограниченность, т.е. имеет границы применимости. По сути, этот факт представляет предмет исследования. Следует заметить, такие границы применимости проявляются через эмпирические факты измерений. Эмпирический факт – это всегда интерпретация реальности процесса обучения и воспитания [1; 2].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что получение научного факта – фундаментальная функция методики обучения физике как науки.

Научные факты в методике бывают разные: эмпирические, исторические, факты знания, факты деятельности и другие. Они по-разному включаются в научно-методические исследования. После установления научного факта можно выделить условия проведения научно-методического исследования.

Первым условием является учет логики исследования, схему которой можно представить в виде последовательности: самостоятельное определение цели исследования; первичное изучение объекта; формулировка исследовательской проблемы; определение предмета исследования; построение гипотезы; определение плана исследования; выделение основных задач исследования; выбор или построение модели или методик; осуществление плана исследования с последующей его корректировкой; систематизация экспериментальных результатов и их интерпретация; обобщение результатов исследования и формулировка выводов; определение границ применимости полученных результатов исследования.

Последовательное выполнение выделенных логических операций определяется уровнем общей культуры проведения исследования, уровнем методологии науки, уровнем оценочно-диагностического инструментария.

Вторым условием успешного проведения научно-методического исследования является выделение в зависимости от цели объекта или предмета методической системы. Под системой понимают совокупность, объединение взаимосвязанных элементов, составляющих в определенном смысле (временном, функциональном, информационном и т. д.) целостное единство [2].

Конечно же, выделение методической системы связано с моделированием видов систем, их динамичности, открытости, самоорганизованности и др. От этого, конечно же, зависят свойства методических систем в степени: их открытости, сложности, развития, направленности, рефлексии и др. В зависимости от цели для одного и того же объекта исследования получают разные модели системы.

Третьим организационным условием успешного проведения научно-методического исследования является выбор научно-методических средств и методов измерения результатов эксперимента. Должны быть найдены ответы на вопросы: Какой эксперимент нужен для доказательства сформулированной гипотезы? Какие объекты будут изучаться? Насколько выбранный объект характеризует всю генеральную совокупность? Какова будет шкала измерения (интервальная, отношений, порядка, наименований)? Какой статистический критерий выбрать для сравнения результатов измерений?

Обычно при таком подходе возникает проблема в интерпретации результатов исследования относительно выделенного научно-методического факта. Проблема реализации выделенной логики исследования состоит в установлении процедур накопления опыта деятельности и его осознания.

Во второй части статьи выделены методические условия проведения научно-методического исследования. К первому методическому условию после выполнения организационных условий следует отнести определение методов исследования, для чего прежде всего выделяются объективные закономерные связи в исследовании, которые бывают причинными и функциональными.

При выполнении выделенного условия следует решить проблему обоснованного соединения содержательного, доказательного и методологического. Для этого следует перейти к переводу понятий и суждений, выражаемых в текстовой и языковой формах в определении системы практических действий, которые требуют многомерных характеристик для их измерения. Как и всякое измерение, измерение результатов научно-методического исследования представляет собой метод отражения реальности. Специфика научно-методического исследования предполагает организацию обратной связи как элемента внедрения в практику при выполнении следующих условий: доказана объективность полученных результатов; длительность эксперимента при получении результатов измеряемых качеств; обоснована система измерителей при использовании шкалы измерения (наименований, порядка, интервалов и т. д.); обоснован выбор критерия для сравнения результатов двух выборок (контрольной и экспериментальной групп). Такая ситуация рождает атмосферу совместного творчества в развитии школьного физического образования.

В новой образовательной практике накопилось много фактов-проблем функционирования физического образования. Методология организации научно-методических исследований требует от исследователей комплексного отношения к проблемам образования. В статье на определенном уровне решена задача повышения эффективности научно-методического исследования на основе выделения организационно-методических условий, которые могут быть дополнены другими условиями.

Библиографический список

1. Коханов К.А., Сауров Ю.А. Методология функционирования и развития школьного физического образования: монография. Киров: Радуга-Пресс, 2010. 326 с.
2. Тесленко В.И., Трубицина Е.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования: учебное пособие. Изд. 2-е, доп. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2019. 256 с.

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

PROJECT-BASED TRAINING AS A MEANS OF FORMING COMMUNICATIVE UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIVITIES IN A PRIMARY SCHOOL

Т.О. Бормова

T.O. Vormova

Научный руководитель Е.И. Трубицина
Scientific adviser E.I. Trubitsina

Проектное обучение, проект, универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия, коммуникативные действия, формирование, проектная деятельность.

В статье рассматривается эффективность использования проектной деятельности для формирования коммуникативных универсальных учебных действий в основной школе. Отмечается актуальность использования метода проектов в процессе обучения. Показана взаимосвязь проектного обучения и формирования коммуникативных универсальных учебных действий.

Project training, project, universal educational actions, communicative universal educational actions, communicative actions, formation, project activity.

The article discusses the effectiveness of the use of project activities for the formation of communicative universal educational activities in a primary school. The relevance of using project methods in the learning process is noted. The interrelation of project training and the formation of communicative universal educational actions is shown.

В настоящее время федеральный государственный образовательный стандарт ставит перед педагогами задачу формирования у обучающихся способности к самостоятельному планированию учебного процесса, умение переносить полученные знания на реальные жизненные ситуации. Современный мир быстро меняется, соответственно меняются и требования к личности выпускника. Он должен научиться самостоятельно мыслить, ставить перед собой задачи, проектировать пути их решения, прогнозировать вероятные результаты и достигать их. Это важно, потому что будущий выпускник сможет стать конкурентоспособным в современном обществе. Педагогам необходимо искать новые способы и методы, которые позволят реализовать поставленные перед ними задачи. Одним из таких способов является проектно-исследовательская деятельность [1].

Коммуникативные УУД играют существенную роль в общей системе универсальных учебных действий. Это связано с тем, что ведущей в активной мыслительной деятельности обучающихся выступает способность верно воспринимать информацию и передавать ее другим. От того, насколько хорошо сформирована коммуникация, от способности обучающегося работать с разными видами информации, зависит успешность его обучения. Поэтому для учителя-предметника формирование коммуникативных универсальных учебных действий должно стать одной из приоритетных задач [2].

Для того чтобы посмотреть, как метод проектов влияет на формирование коммуникативных УУД, на протяжении трех четвертей учебного года у обучающихся основной школы проводились учебные занятия «Информационные технологии в проектной деятельности». На первых занятиях было выявлено, что большая часть обучающихся с понятием «проект» сталкивается впервые. Они не знакомы с его структурой, разновидностями, и, в общем, вся работа была для них в новинку.

После вводных занятий по знакомству с проектной деятельностью наступил этап формирования проектных групп, который показал недостаточную сформированность коммуникативных универсальных учебных действий у некоторых учеников. Они неохотно «разбивались» на группы, не могли сами определить роли и распределить обязанности.

Для комфортной работы и большей заинтересованности в качестве темы первого проекта обучающиеся выбирали интересовавшее лично их. Темы были выбраны, план работы совместно с учителем составлен. В процессе дальнейшей работы обучающиеся осваивали и развивали следующие навыки:

– обучающие: работа в команде; владение диалогической и монологической формами речи согласно грамматическим и синтаксическим нормам языка; обмен знаниями между членами группы для принятия результативных общих решений; умение с помощью вопросов получать нужную информацию; работа с информацией; способность излагать собственные мысли в устной и письменной форме; осознанное чтение;

– развивающие: развитие самосознания и рефлексии;

– воспитательные: уважительное отношение к другим членам группы, взаимопомощь в ходе работы над проектом, способность взять инициативу на себя;

– социальные: осознание возможности существования мнения, отличного от твоего; готовность к рассмотрению других точек зрения; обеспечение бесконфликтной, комфортной работы [3].

По истечении трех четвертей работы с обучающимися основной школы можно отметить, что их коммуникативные навыки стали лучше. Таким образом, можно отметить, что внедрение проектного обучения в средней школе становится все более актуальным, так как положительно сказывается на формировании коммуникативных универсальных учебных действий. Коммуникативные УУД играют важную роль не только в процессе обучения, но и в становлении личности в целом.

Библиографический список

1. Голуб Г.Б., Перельгина Е.А., Чуракова О.В. Метод проектов – технология компетентностно-ориентированного образования: методическое пособие для педагогов-руководителей проектов учащихся основной школы / под ред. Е.Я. Когана. Самара: Учебная литература, Издательский дом «Федоров», 2006. 176 с.
2. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе: от действия к мысли: пособие для учителя / А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская и др.; под ред. А.Г. Асмолова. М.: Просвещение, 2008.
3. Тюрикова С.А. Коммуникативные универсальные учебные действия: сущность и показатели сформированности // Вестник евразийской науки. 2014. № 3 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kommunikativnye-universalnye-uchebnye-deystviya-suschnost-i-pokazateli-sformirovannosti> (дата обращения: 07.05.2020).

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К РАБОТЕ С ИНФОРМАЦИОННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПО ФИЗИКЕ

BASIC APPROACHES TO WORKING WITH INFORMATION SOURCES IN PHYSICS

А.О. Высоцкая

A.O. Vysotskaya

Научный руководитель В.И. Тесленко
Scientific adviser V.I. Teslenko

Информация, физика, динамика материальной точки.

В статье описывается разработка методических рекомендаций по работе с различными информационными источниками, с которыми каждый учащийся сталкивается ежедневно, демонстрируется, как работать с информацией на примере раздела «Динамика материальной точки». На основе разработанных рекомендаций составлены таблицы и схемы, по которым учащимся легко находить необходимую информацию.

Information, physics, dynamics of a material point

The article describes the development of guidelines for working with various information sources, which every student faces daily. Demonstrates how to work with information on the example of the section “Dynamics of a material point”. Based on the developed recommendations, tables and diagrams have been compiled, according to which students can easily navigate to find the necessary information.

В конце XX в. произошел переход от индустриального общества к постиндустриальному и информационному, что привело к значительным изменениям в жизни общества. В системе образования также происходят изменения. Школа должна обеспечивать развитие творческих и коммуникативных способностей обучающихся, умений свободно ориентироваться в нарастающем потоке информации, овладевать современными информационными технологиями, принимать решения, адекватные быстро изменяющимся социально-экономическим условиям.

В настоящее время очень много информации, которая не всегда достоверна. Пользуясь различными источниками информации, учащиеся должны уметь выделять основную информацию от второстепенной, чтобы улучшить качество своего образования.

Как показывают исследования, у учащихся наблюдается низкий уровень культуры работы с выделенными средствами информации. Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что данная проблема актуальна.

Объект исследования – подготовка учащихся к работе с различными источниками информации при изучении физики.

Цель исследования – разработка методики обучения учащихся работе с источниками информации.

Предмет исследования – разработка организационно-методических условий подготовки учащихся к работе с информацией.

С учетом исследований по данной проблеме [1; 2 и др.] нами были разработаны следующие организационно-методические условия подготовки учащихся к работе с информационными источниками. Проиллюстрируем на примере раздела «Динамика материальной точки».

На первом этапе выделяются основные положения раздела и составляется перечень его логических элементов (ЛЭ): I) динамика материальной точки; II) основные модели в разделе; III) основные понятия в разделе [3], и так далее. ЛЭ оформляются в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

Логические элементы [3]

№ ЛЭ	Содержание логического элемента раздела
I	Динамика материальной точки
II	Основные модели в разделе
III	Основные понятия в разделе
IV	...

На втором этапе осуществляется графическое построению структурно-логической модели раздела, с помощью которой наглядно изображаются связи между отдельными логическими элементами.

На третьем этапе работа идет внутри логических элементов, каждый из которых представляется рядом информационных единиц. Информационная единица (ИЕ) может быть реализована заставками, кинофрагментом, виртуальной лабораторной работой, экспериментом и другими электронными образовательными ресурсами или определенной совокупностью этих средств. Информационные единицы нужны для того, чтобы как можно полно раскрыть логические элементы. Информационные единицы оформляются в виде таблицы (табл. 2). Ученики могут заполнять самостоятельно предложенные таблицы, используя разные средства информации.

Таблица 2

Информационно-логические элементы

№ ЛЭ	№ ИЕ	Содержание информационных единиц
I	1	Динамика материальной точки
II	2	Абсолютно твердое тело
	3	Материальная точка
III	4	Пространство и время
	5	Масса
IV

При использовании различных источников информации мы расширяем дидактические возможности ее усвоения: 1) организация внимания (O_v); 2) полнота признаков ($\Pi_{п}$); 3) эмоциональная насыщенность ($\mathcal{E}_н$) [4] и другие.

В целях наиболее полного использования дидактических возможностей удобно построить матрицу, в которой число строк соответствует числу логических элементов, а число столбцов – числу условно выделенных дидактических возможностей. Максимальное использование дидактических возможностей не обязательно должно соответствовать сплошному заполнению матрицы. Представим фрагмент матрицы (табл. 3), где: I) динамика материальной точки; II) основные модели в разделе; III) основные понятия в разделе.

Таблица 3

Матрица логических элементов [4]

№ ЛЭ	Дидактические возможности		
	О _в	П _п	Э _н
I			
II			
III			

Результатом исследования явились разработка организационно-методических условий подготовки учащихся к работе с информационными источниками в процессе обучения физике и апробирование их на педагогической практике. Анализ результатов показывает, что у учащихся повышается познавательный интерес к физике и формируются умения анализировать, сравнивать и систематизировать знания по физике. Данную последовательность организационно-методических условий можно применить для дистанционного обучения учащихся по другим разделам физики.

Библиографический список

1. Тесленко В.И., Латынцев С.В. Коммуникативная компетентность: формирование, развитие, оценивание: монография / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2007. 256 с.
2. Федеров А.В. Медиаобразование будущих педагогов. Таганрог: Кучма, 2005. 314 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCE
OF HIGH SCHOOL STUDENTS
IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS

А.Д. Грачева

A.D. Gracheva

Научный руководитель В.И. Тесленко
Scientific adviser V.I. Teslenko

Среднее общее образование, учебно-познавательная деятельность; практико-ориентированная деятельность; методика преподавания физики.

Статья посвящена анализу педагогического опыта активизации учебно-познавательной деятельности учащихся старших классов посредством практико-ориентированной деятельности. На основе экспериментального исследования делаются выводы об эффективности данного решения в рамках обучения физике.

Secondary general education, educational and cognitive activity; practice-oriented activities; physics teaching methodology.

The article is devoted to the analysis of the pedagogical experience of activating the educational and cognitive activities of high school students through practice-oriented activities. Based on an experimental study, conclusions are drawn about the effectiveness of this solution in the framework of physics education.

В современных условиях модернизации образовательного процесса, целесообразно осуществлять активизацию учебно-познавательной деятельности старших школьников через самостоятельное исследование и творчество. В связи с этим актуальным становится поиск решения проблемы развития у школьников исследовательской компетентности. Несмотря на это, наблюдается недостаточная готовность школьного образования к решению данной проблемы. В свою очередь, процесс обучения физике в старших классах предоставляет возможность для организации практико-ориентированной деятельности, способствующей формированию исследовательской компетентности.

Согласно актуальным теоретическим положениям, описанным в современной литературе [2; 3; 4], для оценки уровня сформированности исследовательской компетенции были выделены следующие характеризующие ее показатели.

Критический уровень – отсутствие умения принимать новую информацию для дальнейшего применения; деятельность подражательного (репродуктивного) типа.

Базовый уровень – готовность к восприятию новой информации; использование готовой цели деятельности, предложенной учителем.

Продвинутый уровень – умение формулировать цель с помощью учителя или других учеников, поиск и анализ информации; совместное планирование деятельности, самостоятельное применение знаний.

Творческий – самостоятельный поиск информации и ее интерпретация; самостоятельное формулирование цели и планирование исследовательской деятельности; самостоятельное осуществление рефлексии.

Для оценки уровня сформированности исследовательской компетенции был проведен педагогический эксперимент. Выборка исследования составила 40 учащихся 10 и 11 классов Красноярской университетской гимназии № 1 «Универс» города Красноярска. В качестве основных психодиагностических методик в исследовании использовались: оценка характера исследовательской деятельности, экспертная оценка результатов деятельности и самоанализ учащихся в виде анкетирования [1].

Сводные результаты первичной диагностики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты первичной диагностики сформированности исследовательской компетенции

Уровень исследовательской компетенции	10 класс		11 класс	
	Кол-во учеников	Кол-во учеников, %	Кол-во учеников	Кол-во учеников, %
Критический	2	10 %	0	0 %
Базовый	11	55 %	9	45 %
Продвинутый	5	25 %	7	34 %
Творческий	2	10 %	4	20 %

Как видно из результатов, учащиеся 11 класса демонстрируют более высокий уровень сформированности исследовательской компетенции, что объясняется внеурочными занятиями по физике в рамках подготовки к поступлению в высшие учебные заведения. Несмотря на наличие в гимназии усиленной подготовки в области исследовательской деятельности (обязательной для всех учащихся), 55 % учащихся 10 класса и 45 % учеников 11 класса продемонстрировали лишь базовый или критический уровень. В связи с данными результатами была разработана и проведена программа активизации учебно-познавательной деятельности в рамках обучения физике.

Целенаправленное развитие исследовательской компетентности происходило на основе реализации системно-деятельностного, проблемного подхода на уроках в ходе выполнения исследовательских проектов, индивидуальных или групповых учебных исследований.

По завершении формирующего эксперимента была проведена повторная диагностика. Ее результаты представлены в табл. 2.

**Результаты повторной диагностики сформированности
исследовательской компетенции**

Уровень исследовательской компетенции	10 класс		11 класс	
	Кол-во учеников	Кол-во учеников, %	Кол-во учеников	Кол-во учеников, %
Критический	0	10 %	0	0 %
Базовый	5	25 %	4	5 %
Продвинутый	10	50 %	10	65 %
Творческий	5	25 %	6	30 %

Значимым результатом проведения формирующего эксперимента стало отсутствие признаков критического уровня в 10 классе, что было достигнуто за счет большой доли методического материала, разъясняющего особенности исследовательской деятельности. Это позволяет сделать вывод о необходимости системного подхода к реализации обязательной проектной деятельности в гимназии. Количество учащихся с базовым уровнем снизилось в 2 раза как в 10, так и в 11 классе. Количество же респондентов с творческим уровнем повысилось на 15 и 10 % соответственно.

Проведенное исследование экспериментально подтверждает эффективность использования практико-ориентированной деятельности для формирования исследовательской компетентности и как следствие – активизации учебно-познавательной деятельности старших школьников. Это предоставляет возможность для разработки полноценного и системного методического сопровождения такой деятельности в дальнейшем.

Библиографический список

1. Глущенко Е.П. Методические условия формирования исследовательских компетенций у учащихся на уроках физики // Сибирский педагогический журнал. 2015. № 6. С. 46–51.
2. Полуднякова Н.А., Вильцина С.А. Использование дидактических методов активизации познавательной деятельности в обучении школьников // Молодой ученый. 2014. № 4 (63). С. 1068–1071.
3. Разумовский В.Г., Майер В.В., Вараксина Е.И. ФГОС и изучение физики в школе: о научной грамотности и развитии познавательной и творческой активности школьников: монография. М.; СПб.: Нестор-История, 2014. 208 с.
4. Ужан О.Ю. Диагностика уровней сформированности творческих способностей старших школьников // Сибирский педагогический журнал, 2008. № 9. С. 254–260.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL THINKING IN SCHOOLCHILDREN

А.В. Ильчук

A.V. Ilchuck

Научный руководитель А.С. Чиганов
Scientific adviser A.S. Chiganov

Цифровые инструменты, лабораторные работы, техническое мышление, мотивация.

В статье рассматривается низкая мотивация школьников как одна из причин задержки развития технического мышления.

Digital tools, laboratory work, technical thinking, motivation.

The article considers the low motivation of students as one of the reasons for the delay in the development of technical thinking.

В старшей школе лабораторные работы по физике схожи с заданиями среднего звена по своей теме и алгоритму выполнения. Отличия в основном проявляются в сложности обработки данных и меньшей наглядности результатов в некоторых темах.

По наблюдениям учителей старшей школы гимназии № 16, у школьников отмечаются снижение мотивации к выполнению лабораторных работ такого типа, нежелание выполнять задания, требующие подробных вычислений и не подкрепленные наглядной физической интерпретацией.

На уроках физики активно используется демонстрационный, фронтальный эксперимент. Однако применение устаревших методов при изучении и закреплении физического материала посредством лабораторных работ снижает интерес и желание старших школьников к выполнению заданий такого рода. Упускается возможность развития технических навыков обучающихся с применением современных цифровых средств.

Одним из решений в этом вопросе является использование цифровых технологий: можно оптимизировать процесс описаний и вычислений в лабораторной работе, сделать акцент на автоматизацию и визуализацию результатов эксперимента. Мы предполагаем, что подобная форма работы вызовет интерес к выполнению заданий школьниками, желание приступить к новым исследованиям, изменяя начальные условия эксперимента, повысить их мотивацию.

Прогнозируется, что смещение критериев оценивания с позиции «соответствует образцу выполнения» на «предложена методика исследования»

и «проведено исследование, сделаны выводы, выдвинуты предложения по усовершенствованию эксперимента» позволит значительно повысить уровень технического мышления [1].

Об актуальности широкого использования цифровизации при подготовке технических специалистов свидетельствует также речь президента В.В. Путина на заседании Совета по науке и образованию от 23 июня 2014 г. [2].

М.В. Мухина понимает под техническим мышлением комплекс интеллектуальных процессов и их результатов, которые обеспечивают решение задач профессионально-технической деятельности (конструкторских, технологических, возникающих при обслуживании и ремонте оборудования, и т. д.) [3].

Техническое мышление – собирательный образ типа мышления, который в большей степени отражает действенный вид мышления, позволяющий человеку проявлять такие качества, как: самостоятельность в решении поставленных задач; самосовершенствование; инициативность; гибкость; продуманность решений; критичность мышления; пытливость в нахождении оптимального решения; оригинальность решений; быстрота нахождения решения; широта знаний; глубина знаний [4]. Считаем, что исследовательская деятельность способствует развитию качеств личности, которые соответствуют техническому мышлению.

Изучение нового способа действий, написание программного кода (пусть и графического) требует дополнительного времени и в первую очередь – инициативы обучающихся. В будущем полностью заменять классические лабораторные работы было бы неразумно, так как они позволяют построить знаниевый фундамент и первоначальную логику проведения эксперимента. Следовательно, оптимальной формой для внедрения цифровых инструментов в учебный процесс старшего звена будет физический практикум: работа в малых группах позволит учителю активно консультировать ребят в проблемных вопросах.

Начинать выполнять эксперименты следует с отчасти знакомых и простых тем, т. к. на первом этапе обучающимся нужно будет познакомиться с основными возможностями современного учебного оборудования и программного обеспечения.

Библиографический список

1. Обухов А.С. Развитие исследовательской деятельности учащихся. М., 2015. С. 146–150.
2. Заседание Совета по науке и образованию // Сайт «Президент России». URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/45962> (дата обращения: 05.02.20).
3. Мухина М.В. Особенности технического мышления // Информационные материалы для студентов «SuperInf.ru». URL: https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=3404 (дата обращения: 10.03.20).
4. Ильчук А.В. Развитие инженерного мышления в рамках элективного курса «Электрические цепи в теории и практике»: выпускная квалификационная работа. КГПУ, ИМФИ, бакалавр «Физика и информатика». Красноярск, 2016.

ОПИСАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ОТ ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ»

DESCRIPTION OF THE LABORATORY WORK “RESEARCH OF THE DEPENDENCE OF THE INDIVIDUAL RESISTANCE OF THE CONDUCTOR ON ITS TEMPERATURE”

А.В. Ильчук

A.V. Ilchuck

Научный руководитель А.С. Чиганов
Scientific adviser A.S. Chiganov

Исследование, удельное сопротивление, датчики, LabView.

Представлено описание выполнения лабораторной работы (два варианта).

Research, Resistivity, Sensors, LabView.

Description of laboratory work is presented (two options).

Статья является продолжением исследования «Использование современных цифровых инструментов для развития технического мышления школьников». Использование датчиков, системы сбора данных и программной среды LabVIEW является новшеством при проведении школьных исследований [1; 2].

Приведем в качестве примера два подхода к определению функциональной зависимости удельного сопротивления проводника от его температуры.

Вариант 1

1. Записываем исходные данные для меди (железа): $\rho_{20}, \alpha_{20}, R_{20}$.

2. Определяем через датчики: силу тока, напряжение и температуру:

I_i, U_i, T_i .

3. Считаем сопротивление в момент времени t_i при температуре $T = T_i$, используя закон Ома для участка цепи: $R_i = \frac{U_i}{I_i}$.

4. Вычисляем удельное сопротивление при определенном значении температуры ρ_t . Зависимость сопротивления от удельного сопротивления определяется как $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l \cdot 4}{\pi \cdot d^2}$.

Следовательно: $\rho_t = \frac{R_t}{l} \cdot S = \frac{R_t \pi d^2}{l \cdot 4}$.

5. Строим график $\rho(T)$.

6. Проводим аппроксимацию графика.

7. Делаем вывод о функциональной зависимости удельного сопротивления проводника от его температуры.

Вариант 2

1. Записываем исходные данные для меди (железа) при нулевом шаге выполнения программы $i=0$: $\rho_{20}, \alpha_{20}, R_{20}$.

2. Определяем через датчики: силу тока, напряжение и температуру: I_i, U_i, T_i .

3. Считаем сопротивление в момент времени t_i при температуре $T = T_i$, используя закон Ома для участка цепи: $R_i = \frac{U_i}{I_i}$.

4. Определяем температурный коэффициент сопротивления α_i : $\alpha_i = \frac{R_i - R_{i-1}}{R_{i-1}(T_i - T_{i-1})}$.

5. Вычисляем удельное сопротивление $\rho_{(t)} = \rho_{20} [1 + \alpha(T_i - 293,15)]$.

6. Строим график $\rho(T)$.

7. Проводим аппроксимацию графика.

8. Делаем вывод о функциональной зависимости удельного сопротивления проводника от его температуры.

После сбора установки и завершения этапа программирования запускаем программу. Получаемые данные о параметрах среды отражаются в ячейках и на графике. После анализа данных формулируется вывод.

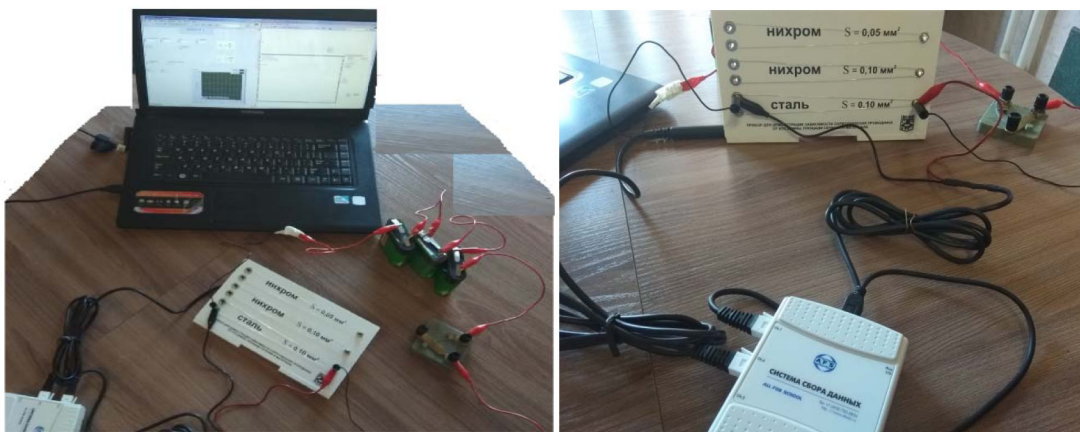


Рис. 1. Общий вид компактной экспериментальной установки

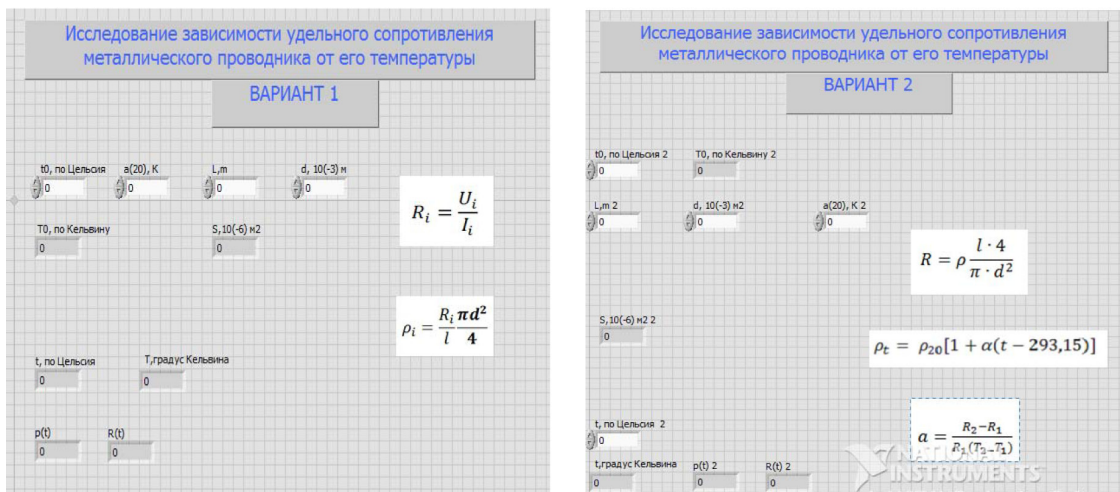


Рис. 2. Графический вид созданного окна пользователя

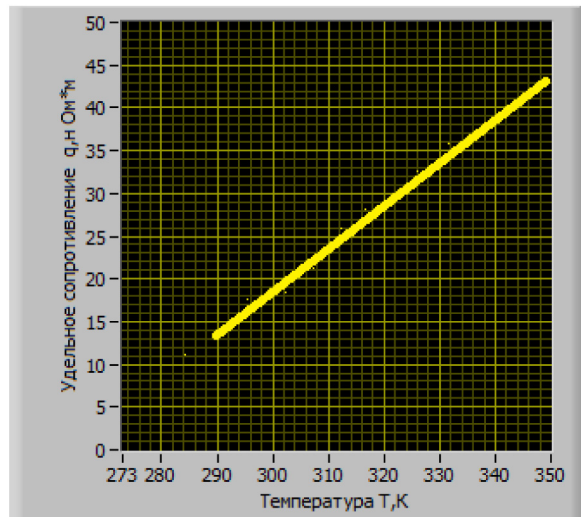


Рис. 3. График зависимости $\rho(t)$ после аппроксимации

Считаем, что комбинирование использования классических лабораторных работ в среднем звене и применение современных программных инструментов с датчиками в старшей профильной школе позволят значительно повысить не только мотивацию к проведению эксперимента, но и сам уровень исследовательской и конструкторской деятельности, что в большей степени и определяет уровень технического мышления. Однако важно понимать, что практические работы в старшей школе с использованием современных датчиков не должны дублировать классические лабораторные работы по школьной программе, а позволяли бы провести дополнительное исследования различных сторон изучаемого явления.

Библиографический список

1. Ильчук А.В. Исследование формулировки первого закона Ньютона через таблицу истинности составленной в среде LabVIEW // Сборник статей «Научный альманах». URL: <http://ucom.ru/doc/na.2019.12.02.pdf> (дата обращения: 05.04.20).
2. Чиганов А.С., Бортновский С.В. и др. Физический практикум с использованием датчиков Vernier и технологий National instruments. Красноярск, 2018. 88 с.

РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ

THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' COMMUNICATIVE SKILLS IN THE PROCESS OF REMOTE EXPERIMENTAL ACTIVITY IN PHYSICS

Д.В. Костерева

D.V. Kostereva

Научный руководитель С.В. Латынцев
Scientific adviser S.V. Latyncev

Дистанционное обучение, организация, система экспериментальных задач, коммуникативные умения, самостоятельность.

Рассматриваются способы развития коммуникативных умений в условиях дистанционного обучения в процессе внеурочной деятельности. Формой достижения является решение системы заданий, разработанной для внеурочной дистанционной экспериментальной деятельности по физике.

Distance learning, organization, a system of experimental tasks, communication skills, independence.

The ways of developing communication skills in the conditions of distance learning, in the process of extracurricular activities are considered. The form of achievement is the solution of a task system developed for extracurricular distance experimental activity in physics.

В современном обществе важно не только уметь организовать себя и свою деятельность, но и координировать деятельность других людей и интегрировать себя в общество. Поэтому проблема развития коммуникативных умений приобретает особую значимость. На это указывают и требования к выпускникам, отраженные в федеральном государственном образовательном стандарте, где говорится о том, что выпускнику необходимо обладать рядом компетентностей в различных сферах: общественно-политической, коммуникативной, интеллектуальной, информационной и т. д., а не только системой знаний, умений и навыков. Среди ключевых компетенций выделяют: умение выстраивать линию общения с людьми; умение определять проблемы и находить пути решения; умение работать с информацией (воспринимать информацию и обрабатывать ее). Эти компетентности формируются на основе коммуникативных умений. Помимо этого, федеральный государственный образовательный стандарт указывает на то, что внеурочная деятельность является немаловажной частью учебного процесса. Следовательно, коммуникативные умения формируются у учащихся не только на учебных занятиях, но и в процессе внеурочной деятельности.

Сейчас выпускнику необходимо обладать высоким уровнем коммуникативных умений, т. е. быстро принимать решение, уметь выявлять проблемы и решать их, находить контакт с окружающими. Формирование данных умений должно проходить как в процессе деятельности на уроке, так и во время внеучебных занятий по физике.

Кроме того, формирование у учащихся практических навыков также играет немаловажную роль в образовательном процессе, поэтому развитие коммуникативных умений целесообразно осуществлять в процессе экспериментальной деятельности по физике.

Современные обстоятельства диктуют нам условия, в которых осуществление процесса образования в традиционном формате невозможно. Поэтому, проблема обучения в дистанционном формате также приобретает значимый характер.

Из вышесказанного следует, что развитие коммуникативных умений учащихся в процессе дистанционной экспериментальной деятельности по физике является актуальной проблемой образования при данных обстоятельствах.

На сегодняшний день формирование и развитие коммуникативных умений учащихся в процессе внеурочной деятельности по физике вызывает трудности.

Для удовлетворения потребностей в развитии коммуникативных умений автором была разработана система заданий для организации экспериментальной деятельности в формате дистанционного обучения. Организуя деятельность на платформах для видеоконференций (Zoom, Skype, Proficonf и т. д.), учащиеся развивают умения работать с информацией и навыки взаимодействия друг с другом. Задания направлены на развитие умения работать в парах; собирать, анализировать и синтезировать информацию по заданной теме; проводить самостоятельно эксперимент. Самостоятельное проведение эксперимента способствует формированию и развитию умений выдвигать гипотезу, планировать ход эксперимента и этапы его проведения, делать выводы и представлять результаты.

Система заданий включает в себя ряд экспериментальных задач и физических экспериментов. Организовывать деятельность по решению задач предлагается двумя способами:

- учащиеся работают в индивидуальном режиме. По окончании работы они представляют результаты, формируя общее знание;

- учащиеся работают в парах, обмениваясь между собой видео файлами, приходят к общему результату. По окончании работы представляют результаты.

Пример разработанных заданий

Экспериментальная задача

Рисуя красками, Саша приготовил две банки с водой для того, чтобы промывать кисти. В одну банку Саша налил холодную воду, а во вторую горячую. Растворив краски разного цвета в сосудах (в сосуде с холодной водой синюю, а с горячей – красную), он решил смешать их в большой емкости. Поместив закрытые сосуды в емкость с водой и открыв их, он обнаружил, что краска одного цвета поднимается на поверхность, а другого опускается на дно. Проведите

эксперимент. Определите, какая краска оказалась на поверхности, а какая на дне. Объясните, почему так произошло.

Наводящие вопросы

– Что такое теплопередача?

– Виды теплопередачи?

– Какая вода тяжелее: горячая или холодная?

После проведения экспериментов и получения результатов, учащиеся презентуют готовый продукт классу. В процессе представления итогов им необходимо обозначить: цель эксперимента, объект и предмет исследования, гипотезу и полученные результаты.

Задачи подобного рода развивают умение работать с научно-популярной литературой, добывать информацию, синтезировать, анализировать и обрабатывать ее. Кроме того, экспериментальная деятельность, выстроенная подобным образом, способствует развитию умений учеников работать в коллективе и доносить информацию.

Библиографический список

1. Тесленко В.И., Латынцев С.В. Коммуникативная компетентность в контексте продуктивного взаимодействия. Красноярск, : 2016.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования.
3. Гладченко В.Е. Коммуникативные умения: подходы и классификации // Культурная жизнь Юга России. 2013. № 2 (49).

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ В ОБУЧЕНИИ И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИХ СОДЕРЖАНИЯ

MULTIMEDIA PRESENTATIONS IN LEARNING AND TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF THEIR CONTENT

А.Ю. Кудряшов

A.Y. Kudryashov

Научный руководитель В.И. Тесленко
Scientific adviser V.I. Teslenko

Обучение, презентация, мультимедийная презентация, мультимедиа-технология.

В статье рассматривается проблема качественной организации обучения посредством мультимедийных презентаций. Раскрываются сущность и результат мультимедийных презентаций в обучении и технология их разработки.

Learning, presentation, multimedia presentation, multimedia technology.

The article considers the problem of the quality organization of training through multimedia presentations. The essence and result of multimedia presentations in training and the technology of their development are revealed.

В веке информационных технологий обучающийся живет в мире информационной культуры. Роль учителя в информационной культуре должна стать ведущей ступенью поддержки и развития обучающихся при усвоении информационного потока. Из этого следует, что учителю необходимо знать, уметь и владеть современными методиками и новейшими образовательными технологиями, чтобы общаться на одном языке с обучающимся.

Целью применения мультимедиа-технологий в дидактической структуре урока является формирование образовательного, научно-исследовательского и научно-просветительского стремления получения и использования новых знаний, умений и навыков.

Результатом применения мультимедиа на уроках является формирование у учащихся знаний, умений и навыков, а также дальнейшее использование их на практике.

В статье под презентацией понимается публичное представление нового или недавно созданного, в контексте которого информационные технологии могут быть выражены через совокупность мультимедийных материалов в виде текста, гиперссылок, анимации, графиков, видео, звукового оформления и прочего, объединенных общей идеей, структурой и логикой в единой информационной образовательной среде. Учебной презентацией принято называть такую презентацию, которая создана для решения дидактических задач и направлена на повышение эффективности образовательного процесса [2].

С помощью мультимедиа-презентаций эффективно решаются многие дидактические и воспитательные задачи:

- предоставление совершенно новой информации (при изучении нового материала);
- отработка учебных умений и навыков (при закреплении пройденного материала);
- обобщение и систематизация знаний;
- практическое применение полученных знаний, умений и навыков (при повторении пройденного учебного материала).

Актуальными и важными в современном образовании являются вопросы о методах, приемах и технологиях организации образовательной деятельности, направленной на применение мультимедиа. Мультимедийные презентации используются не только для преподнесения новых знаний, но и для контроля, закрепления, повторения, обобщения и систематизации, следовательно, успешно выполняют дидактические функции.

Использование мультимедиа-технологий в образовании имеет следующие достоинства по сравнению с традиционным обучением:

- использование цветной графики, анимации, звукового сопровождения, гипертекста;
- возможность постоянного обновления;
- небольшие затраты на публикацию и размножение;
- возможность размещения интерактивных веб-элементов, например, тестов или рабочей тетради;
- возможность нелинейности прохождения материала благодаря множеству гиперссылок;
- возможность копирования и переноса частей для цитирования;
- установление связи с дополнительной литературой в электронных библиотеках или образовательных сайтах.

Недостатками мультимедийных презентаций считаются:

- сложность работы с программным обеспечением для неподготовленного педагога;
- соблюдение основных санитарно-гигиенических правил. Презентация не должна быть громоздкой, иметь множество ярких анимаций, картинок, которые перегружают зрительный контакт, соответствовать требованиям создания презентации.

Использование мультимедийных презентаций целесообразно на любом этапе изучения темы и на любом этапе урока. Возможны ситуации, когда нужно сначала провести обзор раздела предмета или же только продемонстрировать нужную тему без углубления и накопления знаний, а углубление и совершенствование навыков происходит за счет самообразования. Такая форма позволяет предоставить учебный материал как систему базисных образов, что позволяет облегчить понимание, запоминание и усвоение изучаемого материала в дальнейшем.

Требования к созданию мультимедийных презентаций

1. Единый стиль оформления.

2. Размер и цвет шрифта должен быть подобран так, чтобы все надписи были видны и хорошо читались.

3. Единое содержание презентации: титульный слайд; слайды, на которых размещены основная тема и информация; слайд итогов урока, выводы; конечный слайд «Спасибо за внимание!».

4. Достоверность, логичность, достаточность, лаконичность и доступность информации.

5. Не следует «перегружать» слайд излишним количеством информации, картинок, аудио- и видеоматериалов, переходов и т. п., так как это мешает логике восприятия содержания и занимает лишнее время.

6. Презентация не должна быть «учителем», она является средством для достижения дидактических целей.

Важным условием при разработке мультимедийной презентации являются учет индивидуальных особенностей, а также дифференциация и индивидуализация обучения при использовании методики разработки и предоставления грамотно построенного материала согласно ФГОС. Доступность и достоверные источники, интернет-среда помогут учителю более интенсивно и наглядно продемонстрировать преподаваемый материал с помощью мультимедиа-презентаций.

Качественно выполненная мультимедийная презентация способствует правильному посылу изучаемого предмета для обучающихся, благодаря которому информация и весь предоставленный материал позволят осваивать учебный материал с легкостью, с интересом и долей инициативы к творчеству, а также добиться желаемого результата. Демонстрируемые слайды должны служить правильным образцом для достижения дидактических целей, а также соответствовать методическому базису при построении мультимедийной презентации. Создавая «творческий проект», учитель направляет обучающихся на правильную стезю к получению новых знаний, умений и навыков. При этом во время использования мультимедийной презентации обучающиеся участвуют в групповой работе, которая позволяет проявить коммуникативные навыки, пополнить знания, а также формирует интерес к предмету.

Подведем итог. Условием эффективности применения современных мультимедийных технологий является повышение доли самостоятельности учащихся. Использование технологии создания мультимедийных презентаций на уроках активизирует познавательный интерес обучающихся к предмету за счет новой формы предоставления учебного материала, а также открывает новые возможности организации учебного процесса и развития творческих способностей обучающихся. Благодаря совместным усилиям работников сферы образования создается совершенно новая информационная образовательная среда, в которой базисным фактором становится интеграция информационных и образовательных подходов к содержанию образования, методам, приемам и технологиям обучения.

Библиографический список

1. Волкова Е.А. Мультимедиа-технологии: учебно-методическое пособие. Нижний Тагил: НТГСПИ (ф) РГППУ, 2016. 100 с.
2. Губина Т.Н. Мультимедиа-презентации как метод обучения // Молодой ученый. 2012. № 3.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

ANALYSIS OF THE CONTENTS OF FUNDAMENTAL PHYSICAL CONCEPTS

О. С. Машукова

O.S. Mashukova

Научный руководитель В.И. Тесленко
Scientific adviser V.I. Teslenko

Физика, физическое понятие, материя, движение, взаимодействие, пространство, время.
На основании анализа научно-методической литературы в статье раскрывается содержание фундаментальных физических понятий, которые составляют основу содержания физической картины мира.

Physics, physical concept, matter, motion, interaction, space, time.

Based on the analysis of the scientific and methodological literature, the article reveals the content of fundamental physical concepts that form the basis of the content of the physical picture of the world.

Актуальность проблемы, рассматриваемой в статье, обусловлена необходимостью преодоления противоречия между требованиями к образованию и существующим уровнем их реализации в обществе в целом. Физика – это наука о природе, изучающая простейшие и общие фундаментальные свойства материального мира. Физические законы и фундаментальные физические понятия лежат в основе всего естествознания (физики, химии, биологии и др.). Соответственно, для того, чтобы хорошо знать физику, нужно разбираться в ее теоретической базе. Особое внимание необходимо уделить фундаментальным основам.

Как показывает практика обучения, обучаемые, в процессе формирования фундаментальных физических понятий, испытывают определенные затруднения, доказательством тому является исследование, проведенное Ю. А. Сауровым [1].

Целью нашего исследования является анализ развития фундаментальных физических понятий, к которым относятся такие понятия, как «материя», «движение», «взаимодействие», «пространство» и «время». В различных источниках научно-методической литературы анализируются эти фундаментальные физические понятия и предлагаются пути их формирования [2; 3]. Рассмотрим более подробно каждое из них.

1. Определение материи расширилось с развитием различных областей науки. *Материя* – философская категория, обозначающая объективную реальность, существующую вне и независимо от человеческого сознания, которая отображается человеческими ощущениями, существуя независимо от них. Материя иногда определяется также как бесконечное множество всех существующих в мире

объектов, субстанция (основа) всех вещей и явлений в мире, носитель любых свойств, связей отношений и форм движения.

Материя в электромагнитной картине мира существует в двух формах: вещество (корпускулярный подход) и поле (континуальный подход). Данное понятие получило свое развитие при рассмотрении микромира. На данном этапе наиболее глубокий уровень материи представляют собой элементарные частицы – фермионы и бозоны, а также физический вакуум.

2. *Движение* – философская категория, отображающая любые изменения в природе и обществе, также движение, в самом общем значении, способ существования материи, ее атрибут, всякое взаимодействие материальных тел и объектов. Общий подход к движению материи как изменению ее состояния приводит к тому, что, наряду с механическим и электромагнитным движением, следует рассматривать химическую, геологическую, биологическую, социальную и тому подобные формы движения материи. Современная научная картина мира считает эволюцию универсальной формой движения материи.

3. Важнейшим понятием физики служит *взаимодействие*. Смысл его заключается в следующем: материальные точки (находящиеся друг от друга на не слишком больших расстояниях) взаимодействуют друг с другом, в результате чего изменяются их энергия, импульс и момент импульса. Такое представление о взаимодействии применимо на любом структурном уровне деления материи.

Данное понятие получило свое развитие сначала в процессе рассмотрения материальной точки, в дальнейшем оно развилось до уровня осознания, что не только целые объекты взаимодействуют друг с другом, но и частицы, из которых состоят эти объекты.

4. Пространство и время неразрывно связаны, их единство проявляется в движении и развитии материи. Под *пространством* понимается форма бытия материи, характеризующая ее протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие элементов во всех материальных системах.

5. *Время* – форма бытия материи, выражающая длительность ее существования, последовательность смены состояний в изменении, развитии всех материальных систем. В настоящее время в общей теории относительности Эйнштейна утверждается, что понятия «пространство» и «время» нельзя отрывать друг от друга. В связи с этим вводится новое обобщенное понятие «*пространство-время*».

Смена физической картины мира связана со сменой представлений о фундаментальных понятиях. На этой основе рассматривались последовательно три физических картины мира: механистическая, электромагнитная и квантово-полевая [3].

Результат анализа содержания фундаментальных физических понятий в научно-методической литературе показал, что они постоянно усложняются ввиду того, что физика как наука развивается. Формировать фундаментальные физические понятия надо на основе взаимосвязи философии, теории познания и разработки специальных методик обучения.

Библиографический список

1. Сауров Ю.А., Сауров С.Ю. Научные картины мира: элементы эпистемологии. Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2006. 148 с.
2. Тесленко В.И., Михасенок Н.И. Естественнонаучная картина мира: учебное пособие. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2016. 184 с.
3. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе: пособие для учителей. М.: Просвящение, 1977. 168 с.

СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

METHODS OF FORMING THE SCIENTIFIC WORLDVIEW OF STUDENTS IN THE STUDY OF PHYSICS IN PRIMARY SCHOOL

А.Е. Рапота

A.E. Rapota

Научный руководитель Е.И. Трубицина
Scientific adviser E.I. Trubitsina

Мировоззрение, физика, основная школа, методические рекомендации.

В статье раскрывается понятие мировоззрения и рассматриваются способы его формирования на уроках физики в основной школе. В качестве примера приводятся материал мировоззренческого характера и методические рекомендации к его использованию на занятиях по физике.

Worldview, physics, primary school, methodical recommendations.

The article reveals the concept of worldview, and discusses the ways of its formation in physics lessons in a primary school. As an example, worldview material and methodological recommendations for its use in physics classes are given.

Мировоззрение – система взглядов на природу и общество в целом. Оно является фундаментом, определяющим не только понимание человеком мира, но и своего места в нем. Особенно актуальным является формирование мировоззрения у подрастающего поколения. Поэтому одна из главных целей педагога – формирование у учащихся целостного представления о мире, т. е. мировоззрения.

Основные задачи формирования мировоззрения в основной школе

1. Объединять и систематизировать знания по физике: явления, законы, закономерности и связи.
2. Знакомить учащихся с представлением о мире как о целостной картине, добиваться понимания взаимосвязи различных областей, выявления общих тенденций и закономерностей.
3. Формировать материалистические убеждения, развивать у учащихся умение мыслить и действовать.
4. Формировать субъективные мировоззренческие позиции, определяющие поведение и поступки учащихся.

Для успешной реализации этих задач на уроках физики следует: формировать систему обобщенных знаний о природе и познании ее человеком; формировать взгляды и убеждения, соответствующие диалектико-материалистическому

пониманию природы, а также процессу ее познания; развивать у учащихся диалектическое мышление.

Формируя систему обобщенных знаний о природе и познании ее человеком, в первую очередь стоит овладеть основными понятиями о материи и движении, а также их взаимосвязи, установить закономерности процесса познания. Таким образом, усвоение учащимися фундаментальных понятий с выявлением их мировоззренческой части, поможет им постепенно раскрыть понятие физической картины мира и пронаблюдать ее эволюцию.

Формирование мировоззрения у детей напрямую связано с их интеллектом, волей, эмоциями, активной практической деятельностью. Для того чтобы знания перешли в убеждения и были включены в систему взглядов ребенка, доминирующие потребности, социальные ожидания и ценностные ориентации личности должны проникнуть в его сферу чувств и переживаний. Социальная и профессиональная позиция педагога является одним из самых важных факторов в формировании мировоззрения учащихся. Одна из главных задач педагога – выстроить доверительные отношения со своими учениками. Именно от этого будет зависеть восприятие ими полученной информации.

Реализация основных задач по формированию мировоззрения на уроках физики может осуществляться за счет включения в образовательный процесс материала из других наук, таких как астрономия, биология, география. Например, при проведении мероприятий, посвящённых изучению Вселенной, представлению о мире и месте человека в нем, немаловажную роль играют индивидуальные выступления учащихся, различные дискуссии и беседы, позволяющие рассмотреть различные точки зрения на один и тот же вопрос. В дальнейшем это будет способствовать формированию у ребят своего мнения и убеждений.

Ниже представлены примеры использования мировоззренческого материала на уроке физики в основной школе.

На уроке физики в 9 классе при изучении темы «Электромагнитная индукция» учитель может намеренно допустить ошибку, аналогичную той, что совершил в свое время Фарадей при открытии индукционного тока. Изначально магнит вносят в катушку при разомкнутом ключе, и лишь после этого цепь с гальванометром замыкают. В результате отклонения стрелки гальванометра нет. Это наводит учащихся на ряд рассуждений: «Почему так происходит? И существует ли вообще индукционный ток?». Обратив внимание учащихся на последовательность действий, учитель выявляет и исправляет ошибку. Теперь, учитель сначала замыкает цепь, а потом вносит магнит в катушку. Учащиеся видят, как стрелка гальванометра отклоняется. Тем самым у них формируется убежденность в том, что главный источник знаний – это личный опыт.

При изучении в 7 классе силы трения учитель может спросить о ее достоинствах и недостатках. Это позволит обучающимся порассуждать, когда с трением необходимо бороться (снижение срока службы деталей, ухудшение качества поверхностей и как следствие снижение КПД), а когда без него невозможно обойтись (без трения мы бы не смогли передвигаться, брать в руки предметы).

Создание учителем на уроках физики различных ситуаций, в которых учащимся предстоит рассуждать, выдвигать свои предположения о том или ином явлении или процессе, позволяет им отстаивать свою точку зрения и формирует у них личное мнение.

В заключение отметим, что использование на уроках физики материала мировоззренческого характера поможет сформировать у учащихся ряд личных убеждений и субъективных мировоззренческих позиций.

Библиографический список

1. Кареев Н.И. Беседы о выработке мировоззрения. М.: Либроком, 2009. 180 с.
2. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. М.: Просвещение, 1989. 192 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ДАТЧИКОВ

ORGANIZATION OF A PHYSICAL WORKSHOP ON ELECTRODYNAMICS FOR STUDENTS OF SENIOR CLASSES USING MODERN SENSORS

В.В. Распопина

V.V. Raspopina

Научный руководитель А. С. Чиганов
Scientific supervisor A. S. Chiganov

Физика, старшая школа, физический эксперимент, современные датчики, физический практикум.

В статье раскрывается понятие современных датчиков и их преимущество применения в физическом эксперименте в старшей школе. В качестве примера прилагается лабораторный практикум, рекомендованный к использованию на уроках физики в старшей школе.

Physics, high school, physical experiment, modern sensors, physical workshop.

The article reveals the concept of modern sensors and their advantages in a physical experiment in high school. As an example, a laboratory workshop is recommended, recommended for use in physics classes in high school.

Физический эксперимент – способ познания природы, заключающийся в изучении природных явлений в специально созданных условиях. Он играет важнейшую роль в процессе обучения физике, позволяет более прочно укоренить полученные знания, а порой является единственным способом их приобретения.

Наука не стоит на месте. Появляются разнообразные приборы. Например, еще каких-то десять лет назад школы и университеты использовали только меловые доски, сейчас же мы имеем интерактивные. Именно поэтому в образовании требуются новые подходы к обучению, новые технологии. На сегодняшний день актуальной методической задачей в обучении физике считается задача применения в учебном процессе различных средств учебного физического эксперимента.

Одним из способов решения этой задачи может быть введение в школьную программу экспериментальной деятельности с использованием нового современного оборудования от компании Vernier. М.А. Петрова считает, что применение датчиков позволяет проводить ранее известные работы физического практикума на уровне, соответствующем запросам современных физических исследований [1].

Целью исследования стала организация физического практикума для учащихся старших классов с применением современных датчиков, а именно с использованием программно-аппаратного комплекса Vernier.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить методическую литературу по применению современных датчиков в обучении физике;
- описать датчики программно-аппаратного комплекса Vernier и выявить их преимущества;
- разработать лабораторный практикум по электродинамике с использованием в измерениях физических величин датчиков Vernier.

Современные датчики VERNIER – это приборы, обеспечивающие большую точность и достоверность измерения данных в физическом эксперименте. Использование такого оборудования позволяет вносить серьезную научную составляющую даже в простые лабораторные работы.

На данный момент в комплекте VERNIER есть датчики, которые могут помочь практически в любой области физических измерений: измерение расстояния, скорости, ускорения, силы, напряжения, силы тока, магнитного поля и т. д. Каждый из них имеет свои тонкости. Например, датчик расстояния действует подобно автоматическому определителю расстояния камеры Поляроид. Имеет частоту колебаний 50 кГц, диапазон измеряемых расстояний – от 0,15 до 6 м [2].

Количество и качество современных датчиков в образовательных учреждениях растет, но это не приводит к устранению характерного недостатка лабораторных практикумов. Лабораторные работы проводятся по устаревшим методикам и без опоры на современную экспериментальную базу.

Именно поэтому ниже представлен фрагмент практикума с подробным описанием действий учащихся.

Лабораторная работа «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».

Цель работы: определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Оборудование: источник постоянного тока, два резистора, датчик тока, датчик напряжения, соединительные провода, блок сбора данных, ноутбук, программное обеспечение для обработки данных LabVIEW.

Ход работы

1. Соберите электрическую цепь с резистором R (равным R_1) по схеме.

Для этого соедините вместе клеммы 2(К) и 3(К), к клеммам 5(Ч) и 6(Ч) присоедините измеритель тока (амперметр), соблюдая полярность. В этом случае внешнее сопротивление будет равно $R_1 = 27 \text{ Ом}$.

2. Измерьте силу тока I_1 . Рассоедините клеммы 2(К) и 3(К). Соедините клеммы 2(К) и 4(К), в этом случае внешнее сопротивление будет равно $R_1 + R_2 = 27 \text{ Ом} + 33 \text{ Ом} = 60 \text{ Ом}$.

3. Измерьте новую силу тока I_2 . Вычислите внутреннее сопротивление источника тока и его ЭДС. Отключите от источника тока измеритель тока (амперметр), рассоедините клеммы 2(К) и 4(К).

4. Подключите к источнику тока измеритель напряжения (вольтметр), точки 1(Ч) и 6(К). Измерьте ЭДС источника.

5. Повторите все измерения, используя вместо сопротивления R_1 сопротивление R_2 . Рассчитайте внутреннее сопротивление и ЭДС во втором случае. Измерьте ЭДС для второго эксперимента.

6. Заполните отчетную таблицу для двух экспериментов, определите среднее внутреннее сопротивление и среднюю ЭДС.

№	I_1, A	I_2, A	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$r_1, \text{Ом}$	ЭДС, В	$\mathcal{E}_{\text{ис}}$, В	$\Delta r, \text{Ом}$	$\Delta \mathcal{E}, \text{В}$
1			27	60					
2			33	60					
3	Среднее								

7. Сделайте выводы на основании проведенных экспериментов.

Таким образом, физический практикум поможет учителям приобрести определенные умения и навыки в проведении таких «широкопрофильных» занятий. Представленные лабораторные практикумы можно свободно включать в урок при организации проектной и исследовательской деятельности. В свою очередь, работа с компьютерами и цифровым оборудованием усилит познавательный интерес учащихся старших классов, а значит, благотворно повлияет на освоение физики.

Библиографический список

1. Петрова М.А. Многообразие датчиковых систем для компьютеризованного физического эксперимента «Информационные компьютерные технологии в образовании» // Вестник ПГПУ. 2009. № 5. С. 146–158.
2. Чиганов А.С. и др. Физический практикум с использованием датчиков Vernier и технологий National Instruments. Красноярск, 2018. 88 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

THE FORMATION OF ENGINEERING AND TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE STUDENTS IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS AT A PRIMARY SCHOOL

К.Г. Самсонов

K.G. Samsonov

Научный руководитель Н.И. Михасенок
Scientific adviser N.I. Mikhasenok

Познавательный интерес, инженерно-технологические знания, физические задачи, учебный процесс.

Рассматриваются формирование и развитие инженерно-технологических знаний в процессе решения учебных физических задач.

Cognitive interest, engineering and technological knowledge, physical tasks, educational process.
The formation and development of engineering and technological knowledge in the process of solving educational physical problems is considered.

В настоящее время в школьном образовании широко рассматривается такая тема, как инженерная профорIENTATION учащихся. Это объясняется тем, что общество находится на новой стадии развития науки и техники, когда влияние технологий даже в повседневной жизни неуклонно растет. Сегодня практически каждый человек пользуется современными техническими устройствами – плодами развития инженерно-технологических знаний.

В XXI веке широко развиваются отрасли, связанные с компьютерными технологиями, производством и внедрением роботизированных приборов во все отрасли человеческой деятельности. Это приводит к тому, что на рынке труда меняются приоритеты профессий. Специалисты, обладающие инженерным мышлением, являются наиболее востребованными в современном обществе. Они задействованы в конструкторских бюро, на наиболее современных производствах, в эффективно развивающихся организациях [1].

Инженерное мышление выступает как ведущий и наиболее значимый вид познавательной деятельности человека, направленной на приобретение технологических знаний. Данная разновидность мыслительных операций, свойственная человеку, воплощает в себе инновационную идею и новейшую технологию.

Следовательно, задача развития инженерного мышления у учащихся как основополагающей характеристики современного человека становится актуальной.

Инженерно-технологические знания – это часть человеческого знания, которая служит для проектирования, конструирования, развития и функционирования искусственно созданных средств для целесообразной деятельности людей [2].

В качестве средства по формированию инженерно-технологических знаний мы выбрали учебные физические задачи с техническим содержанием. Решение инженерно-технологических задач способствует формированию и развитию познавательного интереса обучающихся, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние не только на качество и результат обучения, но и на многие психологические процессы, такие как мышление, внимание, память [3].

Инженерно-технологические задачи – это физические задачи, постановка и решение которых опираются на политехнические знания и в некоторых случаях – на результаты проведенного эксперимента.

В школьных учебниках по физике крайне мало дается таких задач. Нами была проведена работа по разработке системы задач, направленная на создание условий для формирования инженерной и технологической грамотности обучающихся в основной школе.

В ходе прохождения педагогической практики в лицее № 3 г. Красноярска были проведены занятия в 8 классе с целью внедрения инженерно-технологических знаний в процессе решения учебных задач по физике. Учащимся предлагались задачи по теме «Тепловые явления», решение которых требует определенной инженерно-технологической грамотности. Ниже представлены примеры задач, выполняемых учащимися в классе.

Задача 1. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 5 килограммов дров?

Задача 2. Сколько теплоты выделится при полном сгорании каменного угля в одной печи ТЭЦ, если объем подачи топлива 250 м^3 . Плотность угля $1,1 \text{ т/м}^3$, удельная теплота сгорания угля 29 кДж/кг .

Задача 3. Во сколько раз дальше проедет тепловоз с идеальным тепловым двигателем (температура нагревателя $T_{\text{н}} = 1000 \text{ К}$, температура холодильника $T_{\text{х}} = 200 \text{ К}$), чем тепловоз той же массы с обычным тепловым двигателем с КПД 40% , если оба тепловоза израсходовали одинаковое количество угля? Силу сопротивления считать постоянной и пропорциональной весу тепловоза.

Представленные задачи давались обучающимся в таком порядке не случайно. Задача 1 простая, что помогло понять и закрепить полученные знания. Решение задачи 2 требует более сложных математических расчетов. Задача 3 позволяет обучающимся применить ранее известные знания для ее решения.

В ходе решения представленных задач обучающиеся познакомились с количеством потребления топлива ТЭЦ и выяснили, какое количество теплоты выделяет данная печь при потреблении определенного количества топлива. Решение задачи 3 позволило обучающимся узнать больше информации о видах

тепловозов, расходах топлива, температурах его нагревания в период работы, КПД его двигателя. В ходе решения инженерно-технологических задач у обучающихся постепенно формируется инженерное мышление. Восьмиклассники получают представление о работе и техническом обслуживании техники и технических устройств.

Библиографический список

1. Муравьева И.Ю. Формирование межпредметных понятий в инженерно-технологических классах // Актуальные проблемы инновационно-технологического образования. 2018. С. 41–44.
2. Гаврилова И.С. Теоретическая модель формирования инженерно-технологической подготовки в будущей профессионально-педагогической деятельности // Ученые записки Орловского государственного университета. 2014. №. 5. С. 339–341.
3. Петров Н.Ю. Особенности организации проектно-исследовательской деятельности в процессе обучения физике в инженерно-технологических классах лицеев // Преподавание естественных наук (биологии, физики, химии), математики и информатики в вузе и школе. 2016. С. 133–136.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗАДАЧНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В 9 КЛАССЕ

METHODOLOGICAL FEATURES OF DESIGNING PROBLEM SITUATIONS WHEN PERFORMING LABORATORY WORK IN PHYSICS IN THE 9TH GRADE

С.В. Сарангов

S.V. Sarangov

Научный руководитель В.И. Тесленко
Scientific adviser V.I. Teslenko

Эксперимент, лабораторная работа, познавательная деятельность, задачная ситуация, репродуктивный метод, частично-поисковый метод.

В статье рассматривается содержание понятия «задачные ситуации» и описывается их конструирование. Методическая особенность задачных ситуаций приводится на конкретном примере выполнения лабораторной работы по физике в 9 классе.

Experiment, laboratory work, cognitive activity, task situation, reproductive method, partial search method.

The article discusses the content of the concept of a problem situation and describes their design. The methodological feature of the task situations is given on a concrete example of performing laboratory work in physics in the 9th grade.

Современное обучение в средних общеобразовательных учреждениях диктует нам новые условия по формированию учебного процесса, требуют в определенной форме искать новое и нестандартное в обучении. Это связано с тем, что у некоторой части обучающихся отсутствует заинтересованность в учебном процессе, наблюдается отсутствие мотивации в получении знаний. Данные факты говорят о том, что для некоторого количества обучающихся занятия скучны, не интересны, монотонны и не нацеливают на творчество [1].

Одним из способов решения данной проблемы можно считать внедрение задачных ситуаций в образовательный процесс, опирающееся на известную психологическую закономерность, согласно которой человек гораздо лучше запоминает действия в виде определенных ситуаций, требующих определенного подхода, соотношенных с жизненным опытом, с реальностью [2].

Задачные ситуации являются одним из путей формирования компетентности обучающегося и служат для решения проблем повседневной жизни, позволяют обучающемуся осваивать интеллектуальные операции последовательно

в процессе работы с информацией: ознакомление – понимание – применение – анализ – синтез – оценка [2].

Цель исследования заключается в нахождении путей использования задачных ситуаций для повышения интереса к изучаемому предмету, увеличения мотивационной составляющей школьников на уроках физики.

Большой интерес вызывает применение задачных ситуаций в физическом эксперименте, в частности при выполнении лабораторных работ. На наш взгляд, использование задачных ситуаций при выполнении лабораторной работы активизирует мотивационную деятельность обучающихся, а требование объяснить то или иное физическое явление или предсказать, как оно будет протекать в определенных экспериментальных условиях, повышает интерес к науке.

Несмотря на определенное внимание, уделяемое отечественными методистами проблеме качественного выполнения лабораторных работ по физике и приобретения навыков практического характера в обучении физике, задачные ситуации в настоящее время используются в учебной практике преимущественно от случая к случаю. Учителя, используя частные случаи таких ситуаций, как правило, не осознают необходимость целенаправленной реализации соответствующей методической стратегии.

В качестве примера для рассмотрения выбрана лабораторная работа «Исследование равноускоренного движения без начальной скорости» из школьного учебника «Физика. 9 класс» А.В. Пёрышкина и Е.М. Гутника [3]. Выбор данных авторов не случаен, так как подавляющее большинство российских школ занимаются физикой по разработанным ими учебникам.

Целью работы является определение ускорения движения бруска по наклонной плоскости и его мгновенной скорости в конце заданного пути, пройденного за определенный промежуток времени.

С точки зрения репродуктивного подхода по выполнению лабораторной работы суть эксперимента заключается в том, что обучающиеся с помощью установки в виде наклонной плоскости изучают движение бруска. Все пошаговые действия они выполняют так, как это указано в порядке выполнения работы. Далее, с помощью уже готовых формул, применяемых при изучении равноускоренного движения, обучающиеся вычисляют мгновенную скорость и ускорение. В этом вся суть работы, которую должны выполнить обучающиеся. На первый взгляд все довольно просто. Выполняется эксперимент, используются нужные формулы и получается соответствующий результат. Однако работа получается скучной, все действия совершаются чисто «механически» из принципа «так надо». В данном случае работу в таком формате выполняет большая часть обучающихся.

Как мы видим, репродуктивный подход не дает особой мотивации и интереса к образовательной деятельности.

Теперь поговорим о внесении разноуровневых задачных ситуаций при выполнении данной работы. Для отдельных учащихся предлагается частично-поисковый подход. Обучающимся 9 классов предлагается следующая ситуация: используя наклонную плоскость и брусок, произвести эксперименты по измерению

пройденного пути телом за соответствующий период времени. Ситуационная задача: на основе полученных данных, без использования соответствующих формул доказать, что брусок движется равноускоренно. Если измерения величин получились достаточно точными, то при построении зависимости пути от времени обучающиеся получают практически идеальную кривую в виде параболы. Тем самым ими будет доказана квадратичная зависимость пути от времени, т. е. $s \sim t^2$. Значит, тело движется равноускоренно.

Следующая ситуация: используя наклонную плоскость и два бруска разных масс, произвести эксперименты по измерению пройденного пути телом за соответствующий период. Задача: без использования конкретных формул и законов доказать, что бруски движутся равноускоренно. Выяснить, влияет ли масса на ускорение тела.

Следующая ситуация: используя наклонную плоскость и два бруска одной массы, но с разными поверхностями (у одного бруска движущаяся поверхность должна быть шероховатой), произвести эксперименты по измерению пройденного пути телом за соответствующий период. Задача: не используя формулы, доказать, что бруски движутся равноускоренно. Выяснить, влияет ли шероховатость поверхности одного из брусков на величину ускорения. Каким образом можно сделать так, чтобы величины ускорений у бруска с гладкой поверхностью и бруска с шероховатой поверхностью совпадали (за счет увеличения угла наклона).

Автором был опробован вышеописанный метод среди учащихся 9 классов Кызылского президентского кадетского училища. Как показал результат, большинство обучающихся успешно справились с заданиями. У них появилась мотивация, возник интерес. На текущий момент педагогический эксперимент в этом направлении продолжается.

В настоящее время знания в науке и хорошее образование для подавляющего большинства обучающихся уже не являются определяющей мотивацией успешного обучения. Конечно, такие слова, как «обязательно» и «надо» все же для подрастающего поколения современных обучающихся существуют, но не имеют такой побудительной сущности, как для взрослого человека старой закалки. Поэтому современным педагогам необходимо прислушаться к народной мудрости, которая гласит, что «охота пуще неволи», и всеми возможными способами разнообразить процесс обучения, делая его интересным и жизненно важным для каждого конкретного обучающегося.

Библиографический список

1. Слостёнин В.А. Педагогика. М.: Школа-Пресс, 2000. 243 с.
2. Гусева Е.В. Особенности конструирования и реализации незавершенных задачных ситуаций при изучении основных дидактических единиц школьного математического содержания // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2015. № 4 (40). С. 147–152. (Социальные науки).
3. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 кл.: учебник. М.: Дрофа, 2014. 319 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК ОДНО ИЗ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

DECISION PROBLEMS IN PHYSICS AS ONE OF THE MEANS OF FORMING ENGINEERING AND TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Д.А. Спиридонов

D.A. Spiridonov

Научный руководитель Н.И. Михасенок
Scientific adviser N.I. Mikhasenok

Образовательный процесс, познавательный интерес, инженерно-технологическое образование, физические задачи.

Рассматриваются сущность инженерно-технологического знания и его развитие у учащихся в процессе обучения физике.

Educational process, cognitive interest, engineering and technological education, physical tasks.
The article deals with the essence of engineering and technological knowledge and its development in students in the process of teaching physics.

Современное высокотехнологичное производство имеет сложную организационную и управленческую структуру. К сожалению, вследствие разрыва поколений в нашей стране образовался кадровый дефицит инженерных специалистов. Чтобы ускорить решение проблемы обеспечения научно-производственных структур высококвалифицированными кадрами, необходимо усилить инженерную направленность подготовки еще в общеобразовательных учреждениях. Инженерно-технологическое образование ориентировано на учащихся, которые изучают общие научные принципы современного производства и овладевают практическими навыками работы с инструментами, машинами и механизмами, тем самым формируя у них умение ориентироваться в современных технологиях. Инженерно-технологическое образование включает в себя знание основ физики и математики и их применение на практике, а также поиск знаний в процессе повышения продуктивного труда, основанных на междисциплинарных знаниях при анализе производственных явлений, компьютерных навыков [1].

В инженерно-технологическом образовании многие аспекты начали изначально изменять содержание междисциплинарных связей и характер взаимодействия теории и практики. Установлено, что основными чертами технологического образования являются специальные работы в школе по связи теории и практики при изучении основ науки, что сказывается на подготовке школьников.

Основная школа может формировать инженерно-технологические знания несколькими способами: путем изучения научных принципов, в процессе обучения труду и вовлечения школьников в научно-техническое творчество.

Одним из средств формирования инженерно-технологических знаний у учащихся основной школы мы рассматриваем решение физических задач. Ниже приведены примеры задач, выполняемых учащимися.

1. Почему олово применяют при пайке меди и не применяют для соединения стекла?

2. Придумайте простейшую конструкцию динамометра и сделайте его с помощью спиральной пружины или резиновой проволоки, стальной линии. Сравните с помощью динамометра вес различных элементов: монет, ручек и т. д.

3. К 17 ч 12 сентября 1959 г. вторая космическая ракета, доставившая советский вымпел на Луну, удалилась от поверхности Земли на расстояние 101 000 км. К 22 ч того же дня она находилась уже на расстоянии 152 000 км от Земли. Определите среднюю скорость удаления ракеты от Земли.

Физические задачи, на наш взгляд, играют важную роль в реализации принципа инженерно-технологического обучения. Решение учебных задач показывает учащимся значение физики в жизнедеятельности человека и развитии технологий производства. Посредством заданий учащиеся могут познакомиться с новыми технологическими идеями.

Содержание курса физики должно способствовать формированию у школьников понимания современной технологической стороны научного мировоззрения; обеспечения активного, творческого знакомства школьников с вопросами прикладной физики, их участие в поиске путей практической реализации научных знаний, моделирование различных установок их использования и т. д.

Библиографический список

1. Левченко Е.Ю., Мехнин А.М. Формирование политехнической компетенции в процессе физико-технического творчества учащихся // Педагогическое образование в России. 2010. С. 76–84.
2. Леднев В.С. Научное образование: развитие способностей к научному творчеству. Изд. второе, испр. М.: МГАУ, 2002. 120 с.
3. Сергеев А.Н. Современные методологические подходы к политехническому образованию // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2010. № 1. С. 3–10.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАЛОРИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

POSSIBILITIES OF USING ELECTRO-CALORIC EFFECTS IN COOLING SYSTEMS

Д.И. Трубицин

D.I. Trubitsin

Научный руководитель И.Н. Флёров
Scientific adviser I.N. Flerov

Электрокалорический эффект, материаловедение, твердотельный хладагент, охлаждение.
В статье рассматриваются история исследования и перспективы применения электрокалорических эффектов в твердотельных хладагентах.

Electro-caloric effect, materials science, solid-state refrigerant, cooling.
The article discusses the history of research and prospects for the application of electro-caloric effects in solid-state refrigerants.

На протяжении практически всей своей истории человечество применяло различные методы охлаждения, например, использование льда для увеличения срока годности пищи. В современных реалиях значительная часть существующих систем охлаждения имеет другую цель – формирование температурных условий для работы различных электроприборов.

Стоит отметить, что производителям частично удалось уменьшить нагрев устройств за счет уменьшения потребления электроэнергии, но этого явно недостаточно – если сильно нагрузить смартфон «тяжелыми» приложениями, то он может нагреться так, что даже держать его в руках станет проблематично. Однако изготовление системы охлаждения для устройства малого размера затруднено тем, что часть методов охлаждения имеет высокое энергопотребление, например, как элемент Пельтье или значительные размеры, например, как воздушное или жидкостное охлаждение. Многие разработчики электронной техники рассматривают жидкостное охлаждение как возможный выход, но все же его применение несет риск разгерметизации системы и залив всех компонентов устройства.

Одним из возможных способов охлаждения, дающих принципиально новые возможности, является использование электрокалорического эффекта.

Суть электрокалорического эффекта заключается в увеличении температуры вещества при создании в нем электрического поля и соответствующего уменьшения температуры при выключении этого поля. Выяснено, что получаемый перепад температур зависит от величины поляризации диэлектрика и от напряженности электрического поля. В отличие от эффекта Пельтье, электрокалорический

эффект основан не на протекании тока через активный слой охлаждающего элемента, а на изменении приложенного напряжения, что упрощает как схему управления подобным элементом, так и его энергопотребление, что очень важно в маленьких приборах, или приборах с малоемкостным источником питания [1; 2].

В отличие от других методов охлаждения, электрокалорический эффект обладает рядом преимуществ.

Во-первых, на основе электрокалорического эффекта можно создавать твердотельные активные слои охлаждающих устройств, которые будут бесшумными при повреждении, в отличие от жидкостных систем охлаждения, не выведут из строя охлаждаемые схемы, будут проще в производстве, монтаже и уходе.

Во-вторых, как было сказано выше, электрокалорический эффект основан на изменении приложенного электрического поля, а не на протекании тока, значит, возможно создание охлаждающих устройств с очень низким энергопотреблением, что крайне важно при создании систем для исследования космоса и тех систем, где важна автономность.

Также преимуществом является количество электрокалорических материалов – это могут быть как объемные сегнетоэлектрики, так и тонкие пленки. В связи с развитием технологий гибкой электроники довольно популярными становятся создание и исследование электрокалорических материалов в виде полимерных пленок. Так как электрокалорические материалы относятся к классу сегнетоэлектриков, их можно получать традиционными методами. Например, для создания тонких и толстых пленок, которые более перспективны в современной микро- и наноэлектронике в связи с меньшими нежели у традиционных объемных элементов геометрическими размерами и возможностью интеграции в процесс производства микросхемы, используются такие методы, как магнетронное напыление, химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений, зольгель-процесс, лазерная абляция и многие другие. Такое многообразие методов также является важным преимуществом электрокалорических материалов, так как дает возможность под каждый конкретный случай разрабатывать собственные требования и к материалу, и к технологии его получения. Разнообразием также отличаются и методики исследования получаемых электрокалорических материалов, например, атомно-силовая микроскопия становится все более перспективной для изучения поверхности подобных образцов в связи с высокой точностью измерений и широким спектром возможностей, обусловленным совершенствованием старых методов исследования и созданием новых [3].

Исследования по созданию эффективных электрокалорических материалов проводятся не только за рубежом, но и в России, в частности в СПбГЭТУ. Часть образцов сложного состава была получена зольгель-процессом в силу ряда его преимуществ, например, таких как широкий набор исходных компонентов и возможность выбора материала подложек. Немаловажно, что полученные образцы прозрачны в видимом диапазоне света. Этот факт обуславливает возможность применения электрокалорических охлаждающих устройств в такой зарождающейся области техники, как прозрачная электроника [4; 5].

Дальнейший прогресс в области разработки, создания и использования твердотельных охладителей, функционирующих на основе электрокалорических эффектов, во многом зависит от успехов материаловедения. В последние годы исследовательские работы, финансируемые как правительственными структурами, так и крупными фирмами, активно ведутся в США, Швейцарии, Японии, Канаде, Китае и других странах.

Библиографический список

1. Александрова О.А., Мошников В.А. Физика и химия материалов оптоэлектроники и наноэлектроники: практикум. СПб.: ЛЭТИ, 2007. 68 с.
2. Мошников В.А., Таиров Ю.М., Хамова Т.В., Шилова О.А. Зольгель технология микро- и нанокомпозитов: учеб. пособие / под ред. О.А. Шиловой. СПб.: Лань, 2013. 334 с.
3. Булат Л.П., Ведерников М.В., Вялов А.П. и др. Термоэлектрическое охлаждение: текст лекций / под ред. Л.П. Булата. СПбГУНиПТ, 2002. 147 с.
4. Флёров И.Н. Калорические эффекты в твердых телах и перспективы их практического использования // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. СПб., 2007. С. 112.
5. Лашкова Н.А., Пермяков Н.В. Исследование полупроводниковых материалов методом микроскопии сопротивления растекания // Молодой ученый. 2014. № 10. С. 32–35.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

FEATURES OF INTERACTIVE LEARNING TOOLS IN THE ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF SCHOOLCHILDREN

Т.В. Черемнова

T.V. Cheremnova

Научный руководитель Н.И. Михасенок
Scientific adviser N.I. Mikhasenok

Интерактивные средства обучения, самостоятельная работа, физика, особенности использования интерактивных средств обучения.

В статье рассмотрены особенности использования интерактивных средств обучения в организации самостоятельной работы учащихся, а также представлена разработка интерактивной среды для организации самостоятельной работы по разделу «Электромагнитные явления» с использованием интерактивных средств.

Interactive learning tools, independent work, physics, features of using interactive learning tools.
The article discusses the features of using interactive learning tools in the organization of schoolchildren' independent work, and also presents the development of an interactive environment for organizing independent work on the section “Electromagnetic phenomena” using interactive tools.

В настоящее время происходят бурные преобразования в сфере политики, экономики и общества, требующие существенных изменений и в области образования. Приоритетное значение информатизации всех сфер жизни общества имеет использование информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования. Особенно остро проблема встала в нашей стране, когда в условиях пандемии все образовательные учреждения вынуждены работать дистанционно через электронные ресурсы. Интерактивные средства обучения сегодня активно внедряются в организацию образовательного процесса.

Важную роль интерактивные средства обучения играют при организации самостоятельной работы учащихся. Однако в этом случае учителю-преподавателю необходимо учитывать некоторые особенности обучения в компьютерной среде.

Использование интерактивных средств в организации различных видов самостоятельной работы имеет следующие особенности:

- возможность выполнения заданий в дистанционной форме;
- развитие навыков самостоятельной деятельности;
- повышение интереса обучающихся к учебным дисциплинам за счет новой формы предоставления информации;

- развитие интеллектуального потенциала обучающихся;
- приобщение обучающихся к современным информационным технологиям;
- формирование потребности в овладении информационными технологиями и постоянной работе с ними [1].

Нами были разработаны содержание и методика организации самостоятельной работы учащихся с использованием интерактивных средств. Таким интерактивным средством является интерактивная среда, включающая задания для самостоятельной работы учащихся по разделу «Электромагнитные явления» в основной школе. Содержание заданий соответствует требованиям федерального компонента государственного образовательного стандарта основного общего образования, годовому календарному графику, учебному плану школы, авторской программе А.В. Перышкина, Е.М. Гутника «Физика».

В среде представлены различные виды самостоятельной работы по каждому уроку, лабораторные задания, тренажеры, презентации и справочник для решения задач [2].

Для работы в интерактивной среде необходимо по ссылке перейти на нее, выбрать в меню вкладку «Обучающимся» и найти необходимую тему учебного занятия (урока) по данному разделу. Учащемуся желательно ознакомиться с теоретическими заданиями по теме урока и выполнить их. После предварительной теоретической подготовки в интерактивной среде учитель-преподаватель предлагает выполнить задания и упражнения для самопроверки и контроля. По организации и выполнению заданий самостоятельной работы учащимся даются необходимые указания и рекомендации как общие по теме занятия, так и конкретно по заданию.

Проверка выполнения задания осуществляется через портфолио обучающихся, если им необходимо было выложить скриншот выполненных заданий.

Применяя интерактивные средства обучения, учитель отслеживает активность обучающихся, оказывает помощь в случае возникновения у них затруднений и оценивает результаты деятельности по выполнению заданий. Обучающийся имеет право выбора уровня сложности заданий и удобного для себя темпа выполнения заданий и самоконтроля.

Таким образом, использование интерактивных средств обучения для организации самостоятельной работы обучающихся при последовательном подходе к разработке их содержания, наполнения разнообразными видами и уровнем сложности заданий, а также удобным для пользователя интерфейсом повышает эффективность обучения и мотивацию обучающихся.

Библиографический список

1. Оспеннрейкова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: метод. пособие. М.: Бином: Лаборатория знаний, 2011. 655 с.
2. Ломовцева Н.В. Интерактивное обучение в вузе // Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч. практ. конф. (13–16 марта 2012 г.). Екатеринбург: РГПУ, 2012. С. 189–192.

МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ В ПРОЦЕССЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ

METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT
OF INFORMATION COMPETENCES
OF STUDENTS OF A BASIC SCHOOL
IN THE PROCESS OF INDEPENDENT
COGNITIVE ACTIVITY IN PHYSICS

О.С. Шаталова

O.S. Shatalova

Научный руководитель С.В. Латынцев
Scientific adviser S.V. Latyncev

Методика, информационная компетенция, познавательная деятельность, основная школа, задания, ученик.

В статье рассматривается один из способов формирования информационной компетенции в основной школе на уроках физики. Средством реализации являются разработанные системы заданий, которые носят характер сообразования и углубления знаний по предмету.

Methodology, information competence, cognitive activity, basic school, tasks, student.

This article discusses one of the ways of forming information competence in a basic school in physics lessons. The means of implementation are the developed task systems, which have the character of co-formation and deepening of knowledge in the subject.

В результате перехода системы образования на ФГОС изменились требования к результатам обучения. Произошел переход от «знаний и умений» к формированию новых «компетенций», таких как познавательная, информационная, коммуникационная, социальная. Формирование информационной компетенции неразрывно связано с информатизацией образования. Информационная компетенция – умения и навыки самостоятельного поиска, отбора, анализа, интерпретации и систематизации информации [1]. Информационная компетенция является подвижным процессом, поскольку сама образовательная система находится в состоянии непрерывного обновления содержания и технологий. Внедрение разнообразных по форме источников информации (графических, электронных, фото, видео, аудио и т. д.) на уроках физики в основной школе дает возможность обучающимся получать расширенные и углубленные знания по темам и разделам. Как следствие, формируется естественнонаучная картина мира.

На основе вышесказанного была разработана система заданий для самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. Задания имеют различный характер деятельности: наблюдение и анализ физических явлений, моделирование ситуации, решение задач.

Примеры разработанных заданий

Задача 1. Возьмем теннисный мяч и лист бумаги. Скомкаем лист бумаги примерно до размеров теннисного мяча. Бросим оба предмета вдаль. Какое из брошенных тел преодолело большее расстояние? Почему?

План решения задачи: Опишите ситуацию. В чем заключается разница двух представленных тел? Какие силы действуют на оба тела в этих ситуациях? Как зависят эти силы от особенностей каждого тела? Сделайте вывод.

Задача 2. Подготовьте доклад, опираясь на представленные факты и вопросы. Факт: Если взять бутылку с охлажденной водой, завернуть ее в одеяло и оставить при комнатной температуре, то вода долгое время будет сохранять свою начальную температуру. Вспомогательные вопросы: 1. Какой процесс описывает данное явление? 2. Может ли одеяло удерживать температуру воды в бутылке? 3. Почему зимой растения не замерзают?

Задание 3. Проведите эксперимент. Возьмите два одинаковых стакана, заполните один стакан обычной водой, второй – водой, разведенной с солью в отношении 2:1. Опустите в сосуды с водой и раствором по сырому куриному яйцу. Анализ эксперимента: 1) опишите свои наблюдения; 2) объясните, почему одно яйцо тонет, а второе всплывает. Используйте знания о плотности веществ; 3) приведите примеры подобного явления из повседневной жизни.

Подобного типа задания могут быть использованы как для организации учебной деятельности на уроках физики, так и для внеурочной самостоятельной деятельности обучающихся. Апробация разработанных заданий проходила на базе 9 классов в период прохождения педагогической практики. Обучающиеся выполняли задания самостоятельно в течение недели. Ответом на задание были мини-рефераты, задания, включающие в себя эксперимент, подкреплялись фото- или видеотчетом выполнения задания.

Анализ апробации заданий показывает положительную динамику роста навыков самостоятельного поиска информации. Внедрение разных по форме заданий на уроках физики в основной школе способствует формированию информационной компетенции, заявленной в требованиях ФГОС, как результата обучения в основной школе.

Библиографический список

1. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования // Эйдос. URL: <http://www.eidos.ru/journal/>
2. Дахин А. Компетенции и компетентность: сколько их у российского школьника // Народное образование. 2004. № 4. С. 136–144.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (5–9 кл.) 2011 г. URL: <https://минобрнауки.рф/документы/938>

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

ECOLOGICAL EDUCATION OF STUDENTS IN PHYSICS IN THE HIGH SCHOOL

Г.Е. Шкуратова

G.E. Shkuratova

Научный руководитель Е.И. Трубицина
Scientific adviser E.I. Trubitsina

Экологическое образование, физика, старшая школа, экологические знания, методические рекомендации.

В статье рассматриваются понятие и основные задачи экологического образования в старшей школе. Приведены примеры материала экологического характера и способов его использования на уроках физики.

Ecological education, physics, high school, ecological knowledge, methodical recommendations.

The article reveals the concept of ecological education, and considers the need for it is provision in high school. As a methodological recommendation, a number of ecological inserts are recommended for use in physics lessons.

Усиливающийся с годами мировой экологический кризис привнес в отношения человека с природой свои коррективы. В связи с этим общество столкнулось с необходимостью формирования экологических знаний, в том числе среди молодого поколения. Особое внимание стоит уделить экологическому образованию в старшей школе. К сожалению, в большинстве общеобразовательных учебных заведений отсутствует такая дисциплина, как «Экология». Поэтому перед современными педагогами стоит серьезная задача – формировать экологические знания на других предметах естественнонаучного цикла, в том числе и на уроках физики [2].

Что представляет собой «экологическое образование» и какую роль оно играет в процессе обучения физике? Под экологическим образованием понимают формирование у учащихся представлений о целостности природы, взаимосвязи протекающих в ней явлений и их причинной обусловленности, а также о взаимодействии человека и природы и нарушении вследствие этого некоторых природных процессов.

Основные задачи экологического образования в старшей школе

1. Объединить и систематизировать знания, раскрывающие характер взаимоотношений природы и человека на разных этапах его развития.
2. Изучить и проанализировать текущее состояние окружающей природной среды.
3. Ознакомить учащихся с причинами и последствиями экологического кризиса, выявить возможные пути его преодоления.

4. Сформировать личностное отношение к сохранению окружающей среды и активную жизненную позицию [1].

Для успешной реализации задач экологического образования следует рассматривать на учебных занятиях по физике вопросы загрязнения окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и др. В дальнейшем учащиеся смогут, во-первых, оценивать физическое состояние природной среды, складывающееся под действием антропогенных факторов. Во-вторых, предвидеть и минимизировать последствия антропогенного воздействия. В третьих, рационально потреблять и использовать природные ресурсы и различные виды энергии. Таким образом, у учащихся сформируется ряд природоохранительных компетенций, и в будущем они смогут реализовать решение глобальных экологических проблем, наносящих урон жизнедеятельности человека и природы.

Одним из основных способов реализации экологического образования на уроках физики является включение в образовательный процесс экологического материала. Например, решение на учебных занятиях физико-экологических задач; использование фрагментов урока с экологическим содержанием и др. Ниже представлен экологический материал, рекомендованный нами к использованию в курсе физики старшей школы.

Задачи экологического содержания (10–11 классы)

Тема «Кинетическая и потенциальная энергия»

1. Какой кинетической энергией обладает антилопа гну, убегающая от львицы со скоростью 80 км/ч, если ее масса составляет 130 кг?

2. Рассчитайте потенциальную энергию тихоокеанского белобочкого дельфина относительно уровня океана, если он «взлетел» из воды на высоту 4,5 м? Средняя масса дельфина 100 кг. Какими особенностями обладает физическое тело, находящееся в воде?

Тема: «Тепловые двигатели»

1. Вспомните устройство и принцип действия тепловых двигателей. Назовите такты работы ДВС. Как влияют выхлопные газы на атмосферу Земли? Назовите причины возникновения смога, кислотных дождей и их влияние на окружающую среду.

2. Как влияет неполное сгорание топлива в ДВС на его КПД? А на окружающую среду? Что такое озоновый слой и для чего он необходим?

Представленную ниже таблицу можно использовать в качестве экологического материала на уроке физики, например, при изучении темы «Тепловые двигатели и охрана окружающей среды». Учащихся следует ознакомить с ежегодным количеством выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, а также объяснить, что большая часть представленных в таблице веществ – это продукты сгорания топлива в тепловых двигателях. Далее необходимо обсудить влияние на окружающую среду тепловых двигателей и возможные пути снижения их негативного воздействия.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ

Вид загрязнения	Масса, млн т/год
Твердые частицы дыма и промышленная пыль	580
Оксиды углерода	360
Летучие углеводороды и другие органические вещества	320
Оксиды серы	160
Оксиды азота	110
Соединения фосфора	18
Сероводород	10
Аммиак	8
Хлор	1
Фтористый водород	1

В заключение отметим, что использование экологического материала на уроках физики поможет сформировать у старшеклассников ряд природоохранительных компетенций и практически реализовать основные задачи экологического образования.

Библиографический список

1. Абдулхакова Э.А. Экологическое образование и воспитание – основа экологического благополучия общества // Актуальные проблемы современной педагогики: материалы. Новосибирск, 2010. С. 7–9.
2. Самойленко П.И. Теория и методика обучения физике: учебное пособие. М.: Дрофа, 2010. 332 с.

СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

CREATION OF CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF RESEARCH SKILLS IN THE PROCESS OF DISTANCE LEARNING PHYSICS IN A SCHOOL

А.С. Калугина

A.S. Kalugina

Научный руководитель Н.В. Прокопьева
Scientific adviser N.V. Prokopyeva

Исследовательские умения, исследовательская деятельность, дистанционное обучение, дистанционное обучение физике, развитие исследовательских умений.

В статье анализируются понятие «исследовательское умение», процесс и наиболее эффективные условия развития исследовательских умений. Рассматривается задание как средство развития данных умений, включающее проведение эксперимента с использованием нелабораторного оборудования при дистанционном обучении физике.

Research skills, research activities, distance learning, distance learning physics, development of research skills.

The article analyzes the concept of "research skill", the process and the most effective conditions for the development of research skills. The task is considered as a means of developing these skills, including conducting an experiment using non-laboratory equipment for distance learning in physics.

В настоящее время в школьном образовании на всех его уровнях активно используются цифровые ресурсы и технологии дистанционного обучения. Физика является экспериментальной наукой, в результате изучения которой обучающиеся должны овладеть не только совокупностью знаний, но и умениями, в том числе исследовательскими.

Исследовательское умение – это совокупность умственных, практических операций и действий, позволяющих реализовать исследовательскую деятельность в рамках изучаемого предмета, а также направленных на изучение окружающего мира, открытие новых и субъективно новых знаний [1].

Исследовательские умения наиболее эффективно развиваются при выполнении учащимися различных видов физических экспериментов. В условиях дистанционного образования данный процесс осложняется рядом трудностей, определяемых спецификой самого предмета «физика»: 1) невозможность учителю непосредственно взаимодействовать с обучающимися; 2) отсутствие доступа к лабораторному оборудованию у учащихся.

Данные обстоятельства ставят перед педагогическим сообществом задачу, связанную с разработкой экспериментальных заданий и их методического сопровождения, направленных на процесс развития исследовательских умений учащихся в условиях дистанционного обучения физике.

Экспериментальная деятельность по своей сущности является творческой, но учащиеся на начальном этапе изучения физики (7, 8 классы) испытывают потребность в ее алгоритмизации. Дальнейшее изучение физики требует от учащихся большей самостоятельности.

В школе дистанционного образования г. Красноярска обучаются дети, которые в силу особых ограничений, определяемых здоровьем, не могут выполнять экспериментальные работы самостоятельно. Такие ученики требуют индивидуального подхода. В связи с этим разработана система заданий двух видов, позволяющая глубже понять физические процессы и закономерности: 1) активные задания, требующие от учащихся самостоятельного выполнения эксперимента; 2) активно-пассивные задания на основе видеоэкспериментов, требующие от учащихся в ходе наблюдения составить информационную карту эксперимента.

Ниже приведены примеры данных видов заданий.

При изучении темы «Плавание тел» учащимся предлагается подготовить Задание 1. «Чудо» яйцо [2].

Проведи мини-исследование по теме «Плавание тел». Выясни, какими условиями определяется, будет тело плавать или тонуть?

Для проведения опыта тебе понадобятся: сырое яйцо или картофель небольшого размера, любая емкость для жидкости, вода примерно 200 мл, пачка соли.

Ход опыта

1. Наполни емкость водой наполовину.
2. Добавляй соль в воду до тех пор, пока она не перестанет растворяться.
3. Опустить яйцо в раствор соли (что произошло с яйцом?).
4. Подлей в сосуд чистую воду (что стало с яйцом?).
5. Проведи анализ результатов и сделай вывод (как это объяснить?).

Оформление результатов опыта: сформулируй цель опыта, сделай рисунок, опиши результаты опыта, а также дай краткое им объяснение. Выдели условия, которые были постоянны, и те, которые изменялись в ходе опыта, какие физические величины характеризуют данные условия? Ответ на поставленный вопрос в задании.

При изучении темы «Атмосферное давление» (7 класс) учащимся предлагается выполнить задание «Сильнее воды».

Просмотри видеоэксперимент «Сильнее воды» [2]. В ходе наблюдения составь информационную карту:

1.	Название эксперимента	
2.	Цель эксперимента	
3.	Явления, физический процесс или закон, которые исследуются в эксперименте	
4.	Описание экспериментальной установки	
5.	Основные результаты эксперимента	

Вышеописанные примеры заданий способствуют развитию исследовательских умений, так как обучающиеся проводят анализ наблюдаемых явлений и процессов, определяют цель экспериментальной деятельности, планируют ход ее выполнения, обобщают полученные данные, на основе чего делают выводы. Перечисленные операции входят в состав исследовательских умений как базовые. Таким образом, подобного вида задания можно свободно включать в процесс обучения физике в основной школе в условиях дистанционного образования.

Библиографический список

1. Зимняя И.А., Шашенкова Е.А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. Ижевск, 2001.
2. Домашний эксперимент по физике: пособие для учителя / М.Г. Ковтунович. М.: ВЛАДОС, 2007. 207 с. (Библиотека учителя физики).

РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

SOLVING SITUATIONAL PROBLEMS IN PHYSICS AS A MEANS OF DEVELOPING CRITICAL THINKING

Ю.Г. Чурилова

Yu.G. Churilova

Научный руководитель Н.В. Прокопьева
Scientific adviser N.V. Prokopyeva

Критическое мышление, развитие критического мышления, ситуационные задачи, обучение физике, решение ситуационных задач по физике.

В статье рассматриваются понятия «критическое мышление» и «ситуационная задача». Ситуационная задача по физике предлагается в качестве средства развития критического мышления. Также соотнесены уровни развития критического мышления с этапами решения ситуационных задач/

Critical thinking, developing critical thinking, situational problem, teaching physics, solving problems in physics.

This article discusses the concepts of “critical thinking” and “situational problem». The situational problem in physics is proposed as a means of developing critical thinking. The levels of critical thinking development are also correlated with the stages of solving situational problems.

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современного общества. Они позволяют получать и обрабатывать информацию, но не решают проблемы ее критического восприятия. Таким образом, нередко человек просто дезориентирован в информационном потоке. Чаще всего это связано с относительно низким уровнем развития критического мышления.

Несмотря на то что ряд авторов предлагают различные технологии развития критического мышления, проблема их внедрения в процесс обучения в основной школе остается актуальной. Данные технологии сходны в том, что они способствуют реализации требований ФГОС: умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач, смысловое чтение, формирование и развитие компетентности в области использования ИКТ, и т. д.

Анализ психолого-педагогической литературы позволил нам сформулировать следующее определение понятия «критическое мышление»: это совокупность умственных действий и операций, позволяющих последовательно рассуждать, доказывать и опровергать на основе установления причинно-следственных связей, закономерностей в различных сферах жизнедеятельности человека с целью формирования обоснованного оценочного суждения относительно той или иной информации, системы знаний, деятельности, событий и т. д.

Особую роль в развитии критического мышления занимает физика, так как ее изучение требует от обучающихся осуществлять поиск и анализ различных взаимосвязей объектов окружающего мира, устанавливать причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями. Одним из наиболее эффективных средств развития критического мышления при изучении физики в основной школе является систематическое решение ситуационных задач.

Ситуационная задача – это задача практико-ориентированного содержания, требующая от учащегося всестороннего комплексного анализа условия на основе имеющихся предметных знаний и умений и осознанного их применения для ее решения.

Решение ситуационной задачи не предполагает четкого и однозначного алгоритма действий. Тем не менее не отрицает поэтапности: анализ условия задачи; формулировка целей (целеполагание); разработка плана решения задачи; реализация решения по составленному плану; анализ процесса и результата решения задачи; рефлексия, оценка собственного хода рассуждения.

Каждый этап требует от учащегося критически оценивать как информацию, полученную в результате анализа условия задачи, так и свои действия с целью поиска правильного и оптимального решения задачи.

Решение ситуационных задач и развитие критического мышления – взаимообусловленные процессы, так как процесс решения требует активной мыслительной и оценочной деятельности, которая развивает критическое мышление, а уровень развития критического мышления определяет успешность решения задачи.

Ниже представлена таблица, позволяющая соотнести уровни развития критического мышления с этапами решения ситуационных задач.

Этапы решения	Уровни развития критического мышления		
	низкий	средний	высокий
1	2	3	4
Анализ условия задачи	Совершает поверхностный анализ ситуации. Не может в полной мере реализовать основные мыслительные операции	Не достаточно глубоко проводит анализ ситуации. Учащийся более ясно представляет проблему, описанную в задаче	Проводит глубокий анализ условия задачи, выделяя существенные стороны рассматриваемой ситуации, а также устанавливает закономерности и связи между объектами, описанными в условии, оценивает их характер влияния на процессы, представленные в задаче, и прогнозирует возможные процессы
Целеполагание	Учащийся частично понимает требование задачи	Учащийся осознанно относится к требованию задачи	Учащийся самостоятельно формулирует цели решения задачи на основе осознанного восприятия ее требования
Разработка плана	Учащийся решает задачу с помощью плана, предложенного учителем	Учащийся анализирует ранее представленные планы и составляет свой план для решения задачи	Учащийся составляет план действий с учетом возможных изменений условий, а также самостоятельно находит способы решения данной задачи.

1	2	3	4
Реализация решения	Не оценивает свои действия в процессе решения задач, а ориентируется на внешнюю критику учителя и коррекцию действий	Периодически привлекает свое внимание к промежуточному результату. Нуждается в помощи учителя при коррекции плана решения	Непрерывно оценивает собственные действия при решении задач. Рассматривает промежуточные результаты и выводы с позиции непротиворечивости логики
Анализ решения	При решении задачи учащийся не может в полной мере аргументировать свой ответ	Нуждается в незначительной помощи при аргументировании полученного ответа и обосновании хода решения	С помощью мыслительных операций учащийся формулирует грамотный ответ, подкрепляя его значимыми аргументами. Уверенно с позиции логики обосновывает процесс решения задачи
Рефлексия	У учащегося отсутствует умение самоанализа и он неустойчив к критике	У учащегося проявляются навыки оценки и самооценки. Он воспринимает критику окружающих	Учащийся видит свои и чужие недостатки. Адекватно относится к аргументированной критике в свой адрес и стремится к устранению недостатков

Развитие критического мышления требует разработки системы ситуационных заданий, а также создание оценочно-диагностического инструментария, позволяющего отследить динамику развития критического мышления обучающихся.

Библиографический список

1. Виландеберк А.А., Шубина Н.Л. Инновационная образовательная среда как необходимое условие формирования современного гуманитарного знания // Прикладная лингвистика в науке и образовании: лингвистические технологии и инновационная образовательная среда: коллективная монография. СПб.: ЛЕМА, 2014. С. 109.
2. Шеромова Т.С. Ситуационные задачи исторического характера: структура и специфика использования в аспекте метапредметности // Вестник Костромского государственного университета. 2017. № 2. С. 159–160.

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ НА ПЛАТФОРМЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTAL WORKSHOP IN HIGH SCHOOL ON THE PLATFORM OF PROGRAMMABLE CONTROLLERS

В.А. Орлов, И.Н. Орлова,
А.В. Костина, Е.А. Антонова,
Н.В. Орлов

V.A. Orlov, I.N. Orlova,
A.V. Kostina, E.A. Antonova,
N.V. Orlov

Предельно допустимая концентрация, индекс качества воздуха, экологический практикум, экологический мониторинг.

В статье представлены результаты работы исследовательской группы по разработке системы мониторинга качества атмосферного воздуха на основе программируемых контроллеров типа Arduino. Деятельность коллектива может быть положена в основу учебно-исследовательского практикума, предназначенного для учащихся старшей школы преимущественно профильных классов естественнонаучного направления. Работа в практикуме подразумевает исследование экологической обстановки своего региона как на основе сбора данных официальных лабораторий, так и на основе собственных измерений, выполненных с помощью экомонитора, спроектированного и собранного собственными руками.

Maximum permissible concentration, air quality index, environmental workshop, environmental monitoring.

This article presents the results of the work of the research group to develop an air quality monitoring system based on programmable controllers such as Arduino. The activities of the team can be the basis of an educational research workshop designed for high school students, preferably in specialized classes of the natural sciences. Work in a workshop involves the study of the ecological situation in your region, both on the basis of collecting data from official laboratories, and on the basis of your own measurements using an eco-monitor designed and assembled by yourself.

По данным одного из мировых сайтов AirVisual [1] Красноярск в 2018 г. занял первую строчку в одном из главных мировых антирейтингов, возглавив список самых грязных городов планеты. За период с 2017 по 2020 гг. в Красноярске появилось как минимум две системы мониторинга качества воздуха – сервис экологического активиста Игоря Шпехта [2; 3] и продукт Вычислительного центра СО РАН [4]. Наряду с этим в Красноярске действует система экологического мониторинга министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края [5]. Каждая из этих систем имеет свои достоинства и недостатки. В частности, проект И. Шпехта позволяет определять исключительно концентрацию аэрозоли международного стандарта PM_{2.5}¹. Система

¹ PM_{2.5} – взвешенные в воздухе твердые частицы размером менее 2,5 мкм, т. н. ультрадисперсная пыль.

министерства экологии позволяет получать исчерпывающую информацию по уровню загрязнения, но обновление данных происходит с периодичностью в несколько часов, что не позволяет получать информацию в реальном времени. Кроме того, система министерства чрезвычайно дорогостоящая. В любом случае развернутые на территории Красноярска системы ограничены по своему функционалу. В табл. 1 приведены сравнительные данные (май 2020) развернутых в Красноярске систем экологического мониторинга.

В работе мы предлагаем проект системы экомониторинга, имеющей ряд конкурентных преимуществ, а именно: 1) низкая стоимость; 2) измерения концентраций ряда загрязняющих веществ (ЗВ) наряду с замерами концентраций ультрадисперсной пыли PM2.5 и 3) оперативность: сбор данных, их обработка и анализ происходят в реальном времени. Важно, что проектирование и создание такой сети возможны в рамках учебно-исследовательского практикума как с учащимися старшей школы, так и со студентами вузов (пробная страница авторского проекта <https://217.144.174.104/eco/index.php>).

Таблица 1

Сравнительные характеристики систем экологического мониторинга в Красноярске

1	2	3		5	6	7	8
		метеоданные	экоданные				
<i>krasecology.ru</i>	Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края	Да	PM2.5 PM10	~ 20 ЗВ ² CO ₂ , CO, оксид и диоксид азота, сероводород, углеродные соединения, фториды, формальдегид	От 1 раза в 30 мин до 1 раза за несколько часов формальдегид и ряд др. измеряются а) не везде и б) вручную 1 раз в сутки, кроме выходных	АПН ³	От 15000\$
<i>nebo.live</i>	Игорь Шпехт и сообщество, Красноярск	Да	PM2.5 AQI	CO SO ₂	В реальном времени		~ 100\$ ~7 т.р.
<i>air.krasn.ru</i>	Вычислительный центр СО РАН, Красноярск	Да	PM2.5 PM10 Instant AQI ⁴	—	1 раз в час	CityAir (Сколково)	От 500\$ >35 т.р.

² ЗВ – загрязняющие вещества.

³ АПН – автоматизированный пост наблюдения.

⁴ Instant AQI – мгновенный индекс качества воздуха.

1	2	3	4	5	6	7	8
217.144. 174.104/есо Система, предлагаемая авторами	авторы	Да	PM2.5, PM10 Instant AQI	CO ₂ CO Формаль- дегид уровень ультрафио- лета, шума, флук. магн. поля и пр.	В реальном времени	Автор- ский прибор на плат- форме Arduino	~3 т.р.

Современный уровень цифровых технологий открывает широкие возможности для творчества в конструировании несложных радиоэлектронных приборов даже для энтузиастов, не имеющих специального радиотехнического образования. Рынок заполнен относительно недорогими контроллерами и периферийными датчиками, на основе которых можно проектировать и изготавливать устройства поистине фантастического разнообразия и функционала. В предлагаемом практикуме подразумевается проектирование экологического монитора на основе контроллера «Arduino» [6]. Доступность периферии и контроллеров подчеркивает достоинства нашего устройства – дешевизну, тиражируемость и масштабируемость наряду с возможностями мгновенного получения данных измерений и мобильностью. Это делает технологию «Arduino» перспективной для использования в спецпрактикуме. В табл. 2 показаны набор компонентов, используемых в установке, и дополнительный набор модулей экологической направленности, которые также можно использовать в работе учебно-исследовательского экологического практикума.

Таблица 2

Компоненты установки

Основной набор элементов				Доп. модули для расширения функционала			
№	Название	Марка	Цена	№	Название	Марка	Цена
1	Датчик дождя		70	1	Датч. ультрафиолета	GUVA-S12SD	170
2	Температ/Влажность ⁵	DHT22	210	2	Дат. Магн. поля	Gy-273	150
3	Температ/Давление ⁶	BMP280	60	3	Освещенность	GY-302	100
4	Угарный газ	MQ-7	130	4	Мутность воды	CJMCU-1100	450
5	Аэрозоль	DSM501A	300	5	Громкость звука		600
6	CO2	MQ-135	130	6	Провода	TMB09A05	1
7	Формальдегид	CJMCU-1100	450	7	Контроллер		200
8	TFT Экран (2.4 ')		310	8	Контроллер	MEGA2560	500
9	Модуль GSM	SIM800L	120	9	Блок питания	NANo	200
10	Контроллер	NANo	200				
11	Блок питания		120				
12	Зуммер	TMB09A05	1				
13	Провода		200				
14	Корпус		400				
	Итого:		2700				

⁵ Датчик используется для измерения температуры и влажности.

⁶ Используется только для измерения давления.

В процессе реализации проекта изготавливаются и калибруются несколько устройств мониторинга (внешний вид и макет показаны на рис. 1.). Программирование контроллера производится на языке Си. Предполагается разместить устройства в разных точках города и объединить в единую сеть. Данные о состоянии атмосферы аккумулируются на выделенном сервере. Передача данных на сервер от экомониторов производится посредством сети Интернет (технология мобильной передачи данных). Для этого все устройства оснащены GSM-модулями. На сервере производится аналитическая обработка данных, их хранение, статистический анализ и пр. Для отображения результатов измерения в реальном времени на сервере развернут WEB-модуль (Apache) с PHP.

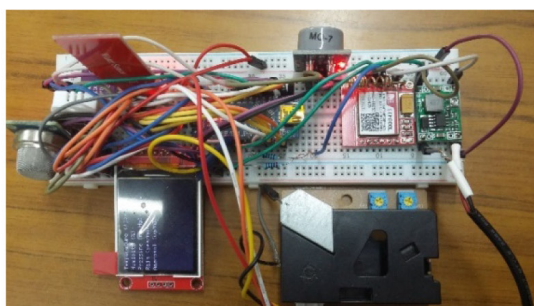


Рис. 1. Макет экомонитора и работающий прототип устройства

Помимо этого, предусмотрена возможность непосредственного подключения экомонитора к компьютеру через USB порт. В этом случае обработка данных может производиться программой, реализованной на языке Delphi и в программном комплексе LabView [7]. Интерфейс программы обработки данных показан на рис. 2.

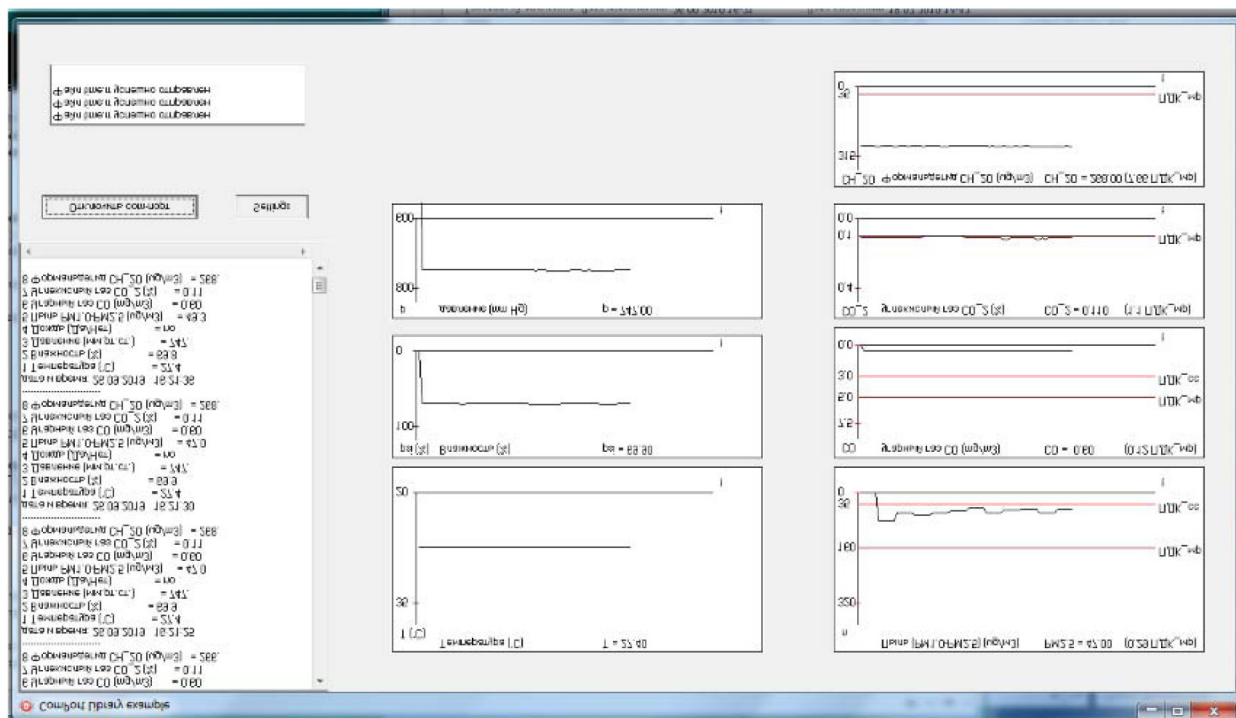


Рис. 2. Пример окна Delphi-приложения для обработки данных измерений

Результаты наблюдений за качеством атмосферного воздуха в Красноярске с помощью опытной установки свидетельствуют по ряду параметров об их согласии с данными других экологических сетей, в частности превышение концентрации формальдегида (2-й класс опасности, [8]) зачастую достигает значений до 8 ПДК_{мр}⁷.

Реализация проекта требует разных навыков от членов коллектива: умение программировать, работа с измерительными приборами, элементы конструирования и обработки материалов и пр., и, главное, разного уровня подготовки. Поэтому коллектив, реализующий проект, может состоять из участников-единомышленников разного возраста, уровня подготовки и включать в себя как школьников, так и студентов и практикующих инженеров, ученых. Этот фактор позволяет в полной мере реализовать все преимущества наставничества и преемственности.

Практикум имеет прикладной характер, но не исключает обширной теоретической части. Эта часть может включать в себя исторические исследования вопроса, глубокий статистический анализ собранных данных, проработку стратегии экологической безопасности, элементы прогнозирования и пр. Участники практикума периодически выступают с докладами о своих промежуточных достижениях на общих семинарах. На такие встречи могут быть вынесены доклады о воздействии на природу различных веществ, об изменении климата, об элементах статистического анализа данных и пр.

Конечным результатом всей работы является система работающих установок, передающих и отображающих всю информацию на сайте. Как сам проект в целом, так и его промежуточные этапы и, главное, результаты работы сети экомониторов, несомненно, должны быть представлены на конференциях разного уровня: учебных, студенческих, всероссийских и международных. Потенциал практикума позволяет получать научные и практические результаты, достойные для представления их в научных статьях в авторитетных международных изданиях.

Библиографический список

1. Сообщество AirVisualPro. URL: <https://www.iqair.com/ru/air-quality-monitors/airvisual-pro> (дата обращения: 11.05.2020).
2. Сигнальная сеть загрязнения воздуха в режиме реального времени. URL: <https://ru.nebo.live> (дата обращения: 31.05.2020).
3. Changqing Lin, Lev D.Labzovskii, et al. Observation of PM_{2.5} using a combination of satellite remote sensing and low-cost sensor network in Siberian urban areas with limited reference monitoring // Atmospheric Environment. 2020. V 227 (117410).
4. Система мониторинга воздуха. Красноярский научный центр СО РАН. URL: <http://air.krasn.ru> (дата обращения 31.05.2020).
5. Краевая ведомственная информационно-аналитическая система данных о состоянии окружающей среды Красноярского края. URL: <http://krassecology.ru/Air> (дата обращения: 31.05.2020).
6. ArduinoNano: обзор и характеристики платы от Arduino. URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-nano/> (дата обращения: 11.05.2020).
7. Орлов В.А., Орлова И.Н. Об использовании среды «LABVIEW» в учебном физическом эксперименте // Открытое образование. 2015. № 4 (111). С. 62–67.
8. 14 ядов, которыми дышит каждый красноярец. URL: <https://newslab.ru/article/673925> 2015 г.

⁷ ПДК_{мр} – предельно допустимая концентрация максимально-разовая.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОРТРЕТОВ ЛИТЕРАТУРНЫХ ФРАГМЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ

RESEARCH OF MORPHOLOGY OF SPECTRAL PORTRAITS OF LITERARY FRAGMENTS AS A TOOL FOR DEVELOPING THE COGNITIVE INTERESTS OF HIGH SCHOOL STUDENTS

И.Н. Орлова, К.А. Куцейко

I.N. Orlova, K.A. Kutseyko

Морфология, спектральный портрет текста, дискретное преобразование Фурье, статистические моменты двумерной дискретной случайной величины.

Представлена научно-методическая разработка по направлению «спектральный подход к идентификации литературных текстов». В научной части авторы предлагают систему математических инструментов анализа морфологии таких спектральных портретов, в методической части – разработку учебно-исследовательского цикла для учащихся профильных классов по этой теме. Для описания морфологии спектральных портретов наряду с морфологическими и симметричными признаками самого спектрального портрета используются дискретное преобразование Фурье и статистические характеристики двумерного дискретного Фурье-образа. В рамках методической компоненты исследования и на основе оригинального приложения предлагается методика для популяризации этого направления и вовлечения учащихся в исследование.

Morphology, spectral portrait of the text, discrete Fourier transform, statistical moments of a two-dimensional discrete random variable.

A scientific and methodological development in the direction of «spectral approach to the identification of literary texts» is presented. In the scientific part, the authors propose a system of mathematical tools for analyzing the morphology of such spectral portraits, in the methodological part – the development of an educational and research cycle for students of specialized classes on this topic. A discrete Fourier transform and statistical characteristics of a two-dimensional discrete Fourier image are used to describe the morphology of spectral portraits along with morphological and symmetrical features of the spectral portrait itself. Within the framework of the methodological component of the research and based on the original application, a method is proposed to popularize this direction and involve students in the research.

Идентификация текстов с помощью анализа их спектральных портретов, с одной стороны, является новым и малоизученным направлением современной науки, с другой – наиболее перспективным и точным методом идентификации [1]. Сама идея изучения и описания морфологии спектрального портрета с целью идентификации текста является новой и предлагается авторами впервые. Слово *морфология* как описание формы в точных науках встречается исклю-

чительно редко. Поэтому математический аппарат описания морфологии структур не развит, нет устоявшихся подходов и методов, поскольку нет соответствующего прикладного запроса. Поэтому первое, на чем было сфокусировано наше исследование – это поиск адекватных математических инструментов описания формы спектрального портрета. Спектральный портрет литературного фрагмента выглядит так, как на рис. 1, изображение получено в рамках предыдущего исследования группы по этой теме [2]. По горизонтальной оси здесь откладывается действительная часть собственных значений λ_i матрицы переходных вероятностей следования одной буквы за другой $P_{ij}(1)$, по вертикальной – мнимая.

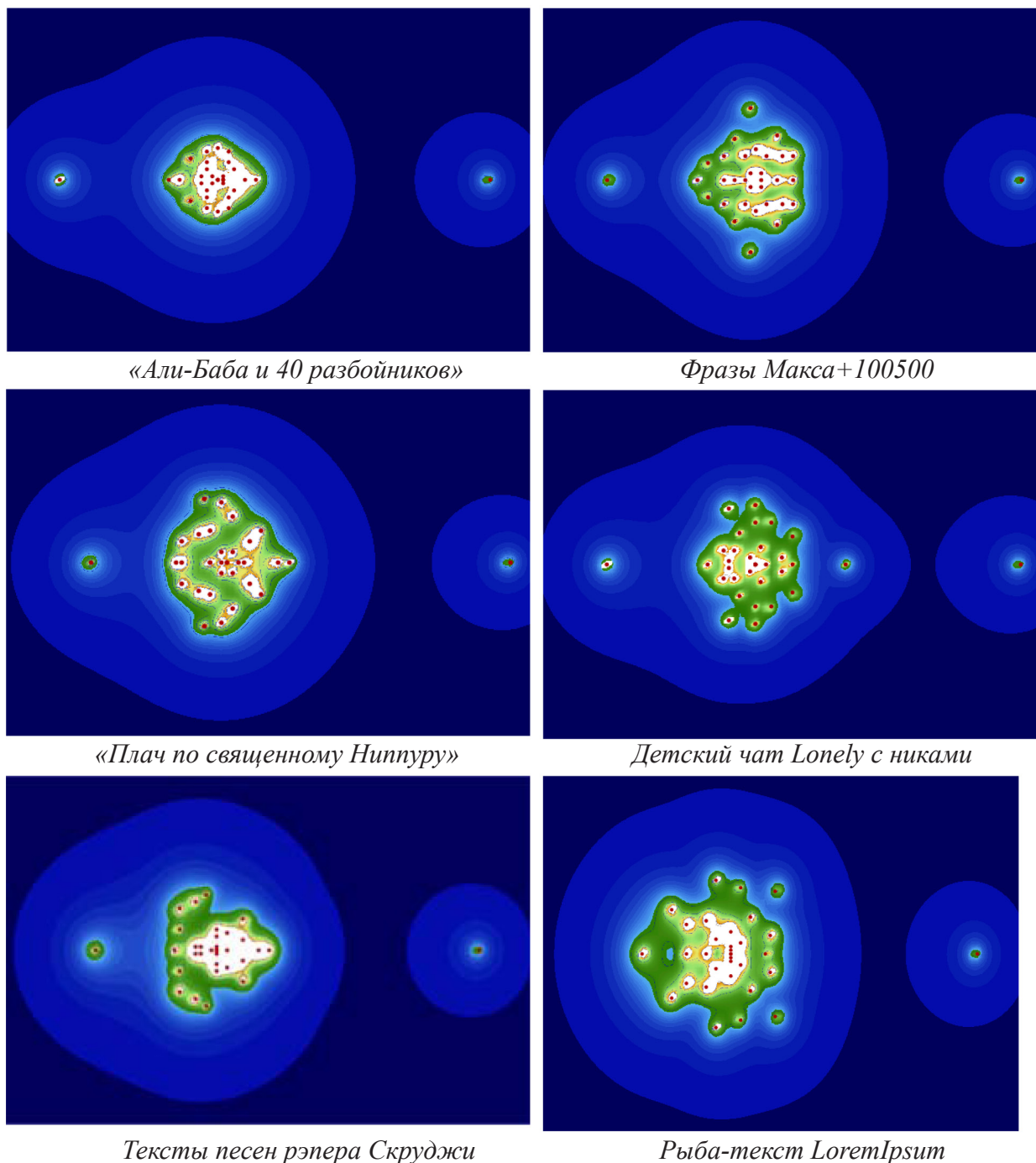


Рис. 1. Спектральные портреты матриц двухбуквенных переходных вероятностей $P_{ij}(1)$ указанных текстовых фрагментов

Все эти портреты разные, количество точек на портрете – 33, по числу букв в русском алфавите, в силу их осевой симметрии напоминают животных (птица, лягушка, жук...). Какими могут быть характеристики формы и каковы их математические аналоги? И самое главное – о каких свойствах исходного текста они говорят? Мы легко узнаем любимые произведения по первым строчкам или по характерному ритму и т. д. Но представляется ли это возможным при взгляде на спектральный портрет? Другими словами, умеет ли математика однозначно кодировать и интерпретировать эту информацию?

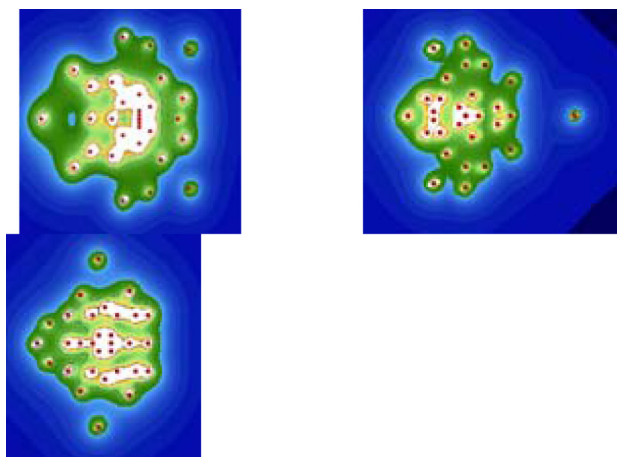
Мы выделили ряд математических параметров, с одной стороны, и ряд морфологических характеристик – с другой, отражающих то или иное свойство формы портрета или его симметрии. Несмотря на то что наше исследование еще продолжается, мы предлагаем ряд возможных, на наш взгляд, математических инструментов для описания морфологии спектрального портрета текста.

Математические параметры, которые могут характеризовать форму портрета

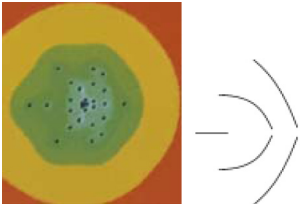
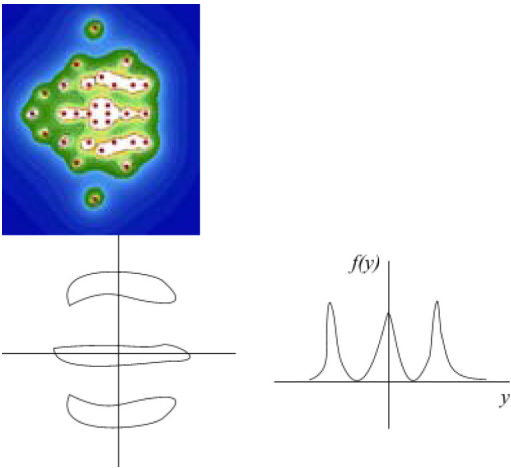
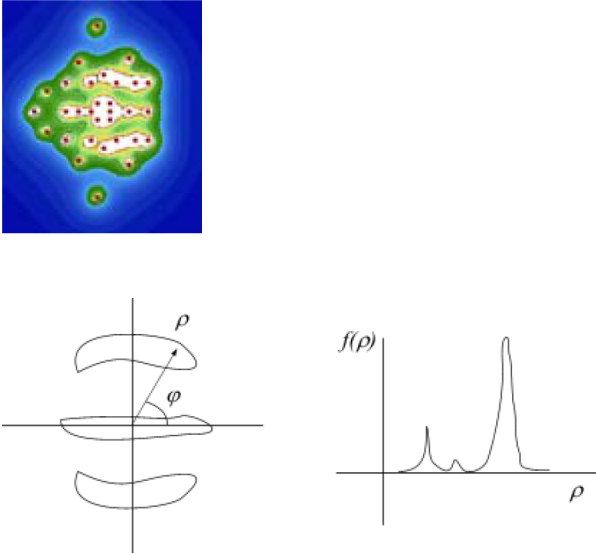
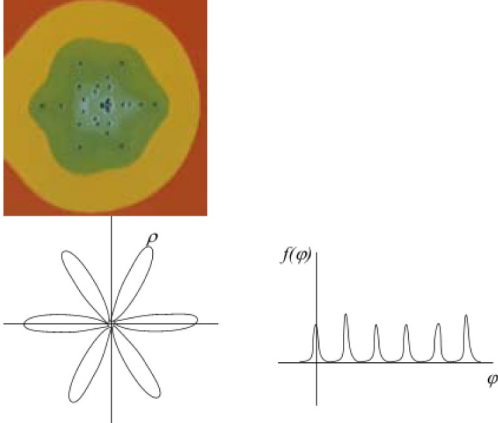
1. Коэффициент корреляции полярного радиуса r и полярного угла j .
2. Статистические моменты распределения собственных значений (математическое ожидание, дисперсия и т. д.).
3. Аналоги дипольного, квадрупольного, октупольного ... моментов распределения электрического заряда.
4. Операторы симметрии (поворот, отражение ...).
5. Спектр двумерной дискретной случайной величины – Фурье-образ.
6. Статистические моменты и распределение по осям для Фурье-образа.

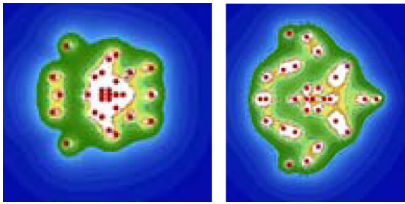
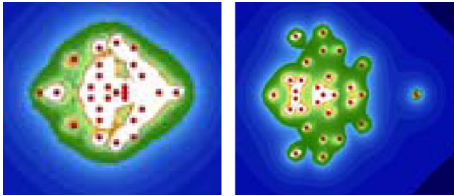
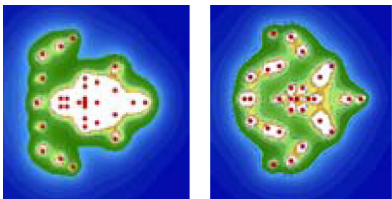
Морфологические характеристики самого спектрального портрета мы приводим в табл. Перспективным направлением дальнейших исследований нашей группы является поиск математических соответствий для каждой характеристики.

Морфологические характеристики самого спектрального портрета

№		Морфологическая характеристика	Как это выглядит	Примеры
1	2	3	4	5
1		Наличие отдельно отстоящих изолированных точек		Рыба-текст, детский чат Lonely с никами, фразы Макса +100500

1	2	3	4	5
2		Симметрия k-того порядка		Джоджо Мойес «До встречи с тобой» k=6 «Гарри Поттер и философский камень», k=3
3		Центр тяжести портрета смещен вправо или влево		Шизофрения (влево), рыба-текст (вправо)
4		Компактность (нет слишком выступающих ветвей линий уровня резольвенты), сферическая симметрия		Тексты песен Бузовой
5		Наличие «рожек» (для самых внешних линий уровня центрального пятна резольвенты)		«Гарри Поттер и философский камень»
5		Выстраивание собственных значений λ_i в линии		
	5.1	Наличие выстраивания λ_i в линии (в принципе, да/нет) – корреляция ρ и φ	1. Наличие выстраивания (да/нет). 2. Количество линий, как мера когерентности портрета 3. Точка схождения линий	
	5.2	Выпуклость-вогнутость ветвей		
		а) линии-лучи, нулевой кривизны		Л.Н.Толстой, спектральный портрет литературного наследия писателя. Изображение взято из кн. [1]
		б) «метелка» вогнутых линий	  	А.П. Чехов, Н.С. Лесков (изображения взяты из кн.[1]) (портреты и схемы)

1	2	3	4	5
		в) выпуклые линии		М.А. Булгаков (из кн. [1])
5.3	Локализация ветвей			
		а) y -локализация (вдоль $y=const$)		Фразы Макса +100500 (рядом схема и характерный вид плотности веро- ятности $f(y)$)
		б) ρ – локализация (дуги) Полярная симме- трия (ρ и φ собира- ются в некоторую зависимость, корре- ляция ρ и φ)		Фразы Макса +100500 (рядом схема и характерный вид плотности веро- ятности $f(r)$)
		в) φ – локализация (лучи)		Литератур- ное наследие Л.Н.Толстого

1	2	3	4	5
		г) линии – «руки вверх»		«Послания Ивана Грозного», «Плач по священному Ниппуру»
		д) линии – «руки вниз», «крылья»		«Али-баба и 40 разбойников», детский чат Lonely с никами
		д) линии – «лапы»		Тексты песен рэпера Скруджи, «Плач по священному Ниппуру»

Имеется принципиальная сложность в вопросах прочтения спектрального портрета матрицы. Как отмечает Годунов С.К. в исследованиях (см., например, [3]), задачи, связанные с расчетом определителя матрицы, обладают колоссальной чувствительностью к возмущениям элементов матрицы. В-частности, при нахождении собственных значений матрицы говорят об ε -спектре матриц, таком, что:

$$\|R(\lambda)\| \geq \frac{1}{\varepsilon \|A\|},$$

где $R(\lambda) = (\lambda I - A)^{-1}$ – резольвента матрицы A . Все собственные значения, попавшие в ε -спектр матрицы (некоторую область, тем меньшую, чем меньше ε , в которой резольвента $R(\lambda)$ выше некоторого уровня), считаются точно равными друг другу. При этом характерный размер этих областей вовсе не меньше, как хотелось бы, а на несколько порядков больше ε (расстояние между любыми двумя собственными значениями λ_i в области гораздо больше ε). С.К. Годунов приводит примеры, подтверждающие, что собственные значения одной и той же матрицы, рассчитанные в различных матпакетах (Matlab, Maple, Scilab и др.), будут различны. Тем не менее тот же автор в [4] признает, что спектральный портрет писателя является его авторской характеристикой, инвариантом, то есть обладает необходимой устойчивостью и определенностью.

В качестве примера математического параметра, характеризующего морфологию спектрального портрета, рассмотрим, как наиболее перспективный, на наш взгляд, дискретный Фурье-образ портрета. Формулы прямого и обратного дискретного преобразования Фурье следующие [5]:

$$S_i = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_k S_k e^{-i\vec{k}\vec{r}_i}, \quad S_k = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_i S_i e^{i\vec{k}\vec{r}_i},$$

где N – количество значений сигнала (в данном случае – количество точек на комплексной плоскости собственных значений), а k – волновое число. Мы выполни-

ли это преобразование в Maple, в нем для двумерного дискретного распределения используется следующая формула-аналог:

$$Z_i = \frac{1}{\sqrt{N}} \left[\sum_{j=1}^N z_j e^{-\frac{2\pi I(i-1)(j-1)}{N}} \right], 1 = 1..N.$$

На рис. 2 и 3 показаны спектральный портрет и его Фурье-образ. Фурье-образ показывает, сколько и каких волн присутствует в исходном сигнале, имеются ли характерные длины. Спектральный состав образа можно анализировать как для отдельных входящих в состав волновых векторов, так и с помощью гистограмм распределения количества точек вдоль осей (по аналогии с музыкальным эквалайзером).

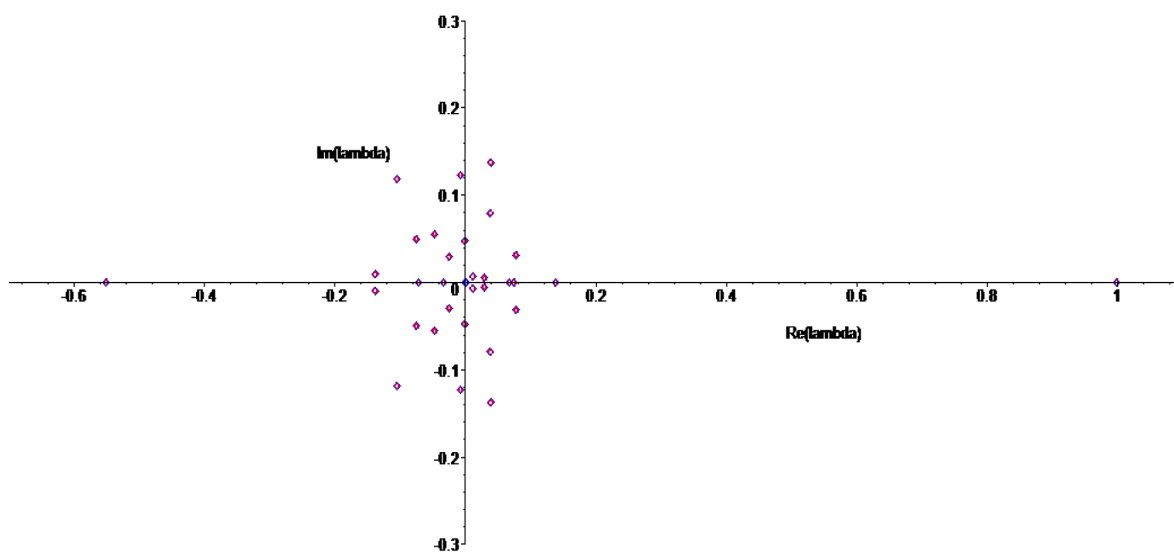


Рис. 2. Спектральный портрет (без линий уровня) главы 1 «Капитанской дочери» А.С. Пушкина

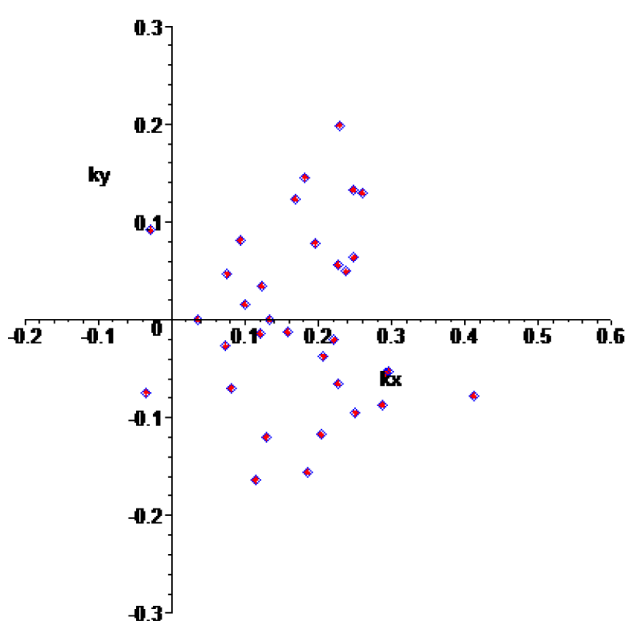


Рис. 3. Фурье-образ портрета

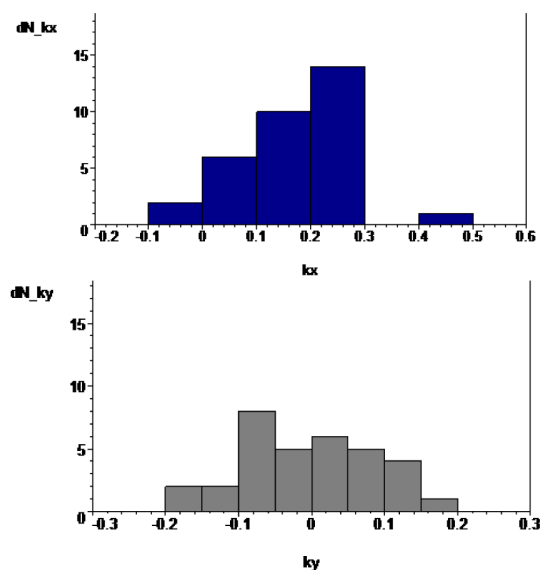


Рис. 4. Гистограммы распределения Фурье-составляющих портрета вдоль осей

Отметим также, что как для самого спектрального портрета, так и для его дискретного Фурье-образа, мы рассчитываем статистические моменты (матожидание, среднеквадратичное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса и др.) с целью найти их связь с типичными свойствами текста. Наши исследования продолжаются.

Ознакомление учащихся профильных классов с возможностями описания морфологии дискретных двумерных распределений будет осуществляться через цикл семинарских занятий. Инструментами для достижения цели выступят разработанные компьютерные программы и другие медиа-материалы. Подобраны простые и наглядные примеры, разработаны контрольные вопросы, входные и выходные тесты, позволяющие отслеживать учебные результаты и проверять усвоение материала. Изучение проходит в режиме лекций, семинарских и практических занятий, итогом курса служит групповое выступление с творческими разработками.

Данная работа инициирована беседами с доктором физико-математических наук, профессором В.М. Логиновым, которому авторы выражают глубокую благодарность.

Библиографический список

1. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Методы статистического анализа литературных текстов. М.: Либроком, 2017. 312 с.
2. Орлова И.Н., Кислова Е.А. Спектральный подход при идентификации текстов как направление научно-практической деятельности учащихся профильных классов // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Современная физика в системе школьного и вузовского образования». Красноярск, 2019.
3. Годунов С.К., Кирилюк О.П., Костин В.И. Спектральные портреты матриц. Новосибирск: ИМ, 1990. 22 с.
4. Годунов С.К. Парадоксы вычислительной линейной алгебры и спектральные портреты матриц: презентация. 12 октября 2011 года.
5. Кандидов В.П., Чесноков С.С., Шленов С.А. Дискретное преобразование Фурье: учебное пособие. М.: МГУ, 2019. 88 с.

ПРАКТИКУМ ПО КОЛЕБАНИЯМ И ВОЛНАМ. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

WORKSHOP ON OSCILLATIONS AND WAVES. METHODICAL PROVISION

В.А. Орлов, Н.А. Кемпф,
В.Д. Липко, И.Н. Орлова

V.A. Orlov, N.A. Kempf,
V.D. Lipko, I.N. Orlova

Стоячая волна, вынужденные колебания, амплитудно-частотная характеристика, фазо-частотная характеристика, добротность, декремент затухания.

Настоящая работа посвящена разработке методического обеспечения для выполнения учебного физического эксперимента с элементами научного исследования в уникальной лаборатории «Колебания и волны», созданной в стенах Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Разрабатываемый методический комплекс имеет ряд особенностей, позволяющий использовать его как при работе со студентами разного уровня подготовленности, так и со школьниками профильных физико-математических классов.

Standing wave, forced oscillations, amplitude-frequency characteristic, phase-frequency characteristic, quality factor, attenuation decrement.

The present work is devoted to the development of methodological support for the implementation of an educational physics experiment with elements of scientific research in the unique laboratory “Oscillations and waves” created within the walls of the Krasnoyarsk State Pedagogical University. The developed methodological complex has a number of features that allows it to be used both when working with students of different levels of preparedness, and with schoolchildren of specialized physical and mathematical classes.

На протяжении многих лет на базе института математики, физики, информатики КГПУ им. В.П. Астафьева работает уникальная лаборатория, посвященная изучению колебательных процессов, созданная В.И. Якушевичем в рамках Проблемной лаборатории учебного физического эксперимента (ПЛУФЭ) [1]. Все установки, спроектированные и реализованные в лаборатории, являются авторскими. Создание лаборатории является продолжением традиции проектирования уникального учебного эксперимента в стенах КГПУ им. В.П. Астафьева [2]. На базе лаборатории проходят занятия студентов в рамках спецкурсов, профильных исследований и пр. Важно, что лабораторию регулярно посещают группы одаренных школьников для прослушивания лекций и знакомства с необычными физическими явлениями, выполнения несложных исследований с последующей презентацией их на ученических конференциях. Все установки подразумевают (в качестве опции) использование современных технологий сбора и обработки данных с помощью компьютера и / или математических пакетов [3].

Лаборатория обладает значительным потенциалом для развития и регулярно пополняется новыми установками, изготовленными не без участия студентов.

Одновременно с этим наблюдается заметное отставание в создании документации к установкам и методического обеспечения для выполнения учебного эксперимента. Настоящая работа призвана сократить это отставание. Здесь в качестве примера мы представляем описание двух экспериментов в комплекте с методическими рекомендациями.

Первая установка посвящена изучению нормальных мод в непрерывных средах (рис. 1). В качестве объекта исследования выступает стальная пружина, прикрепленная на одном конце к штанге редуктора с электродвигателем, частоту вращения вала которого можно менять.

Традиционно в начале разработанного методического описания приводится Введение, посвященное теоретическим сведениям о процессах распространения упругих волн (поперечных и продольных) в сплошных средах. Рассматриваются как одномерные, так и многомерные колебания [4]. Методические рекомендации представлены, по крайней мере, в двух вариантах разного уровня: 1) с практически пошаговыми инструкциями и стандартными заданиями, 2) с общими рекомендациями и сформулированными учебными или исследовательскими задачами без подробностей процедуры их выполнения. Контрольные вопросы, ответы на которые предполагаются в процессе защиты результатов, также подразумевают многоуровневость и требуют знакомства с дополнительной литературой. Например: Как исследователи узнали, что в центре Земли имеется жидкая субстанция (ядро)? Как влияет учет процесса затухания на расчетные частоты мод? Почему корпуса струнных музыкальных инструментов (гитара, скрипка...) имеют причудливую форму? Каков механизм возникновения капиллярных волн на поверхности воды? Что такое гидроудар? и пр.

Вторая установка, для которой разработан методический комплекс, посвящена изучению вынужденных колебаний (рис. 2). На горизонтальной круглой направляющей может скользить массивный цилиндр, соединенный стальной пружиной с кривошипно-шатунным механизмом, который приводится в движение электродвигателем с редуктором. Частоту вращения ротора двигателя можно менять. Важно заметить, что при обработке данных с данной установки ни при каких условиях недопустимо исключать влияние силы трения.

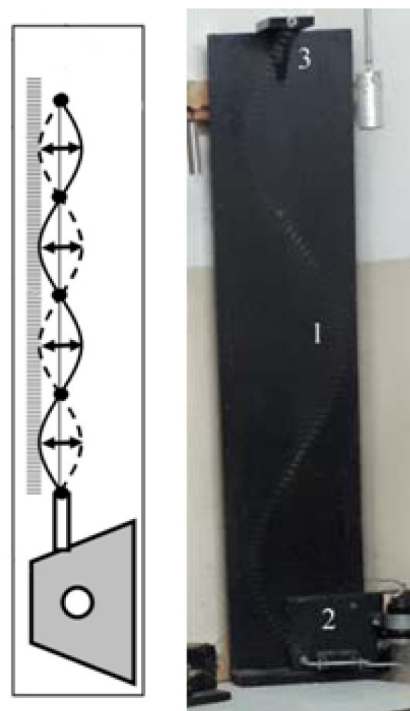


Рис. 1. Установка для изучения нормальных мод



Рис. 2. Установка для изучения вынужденных колебаний

Как и в предыдущей работе, методический комплекс подразумевает выполнение работы с разной степенью самостоятельности (свободы). Среди прочего от обучающегося требуется выполнение следующих заданий: построение амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик, определение добротности и декремента затухания в зависимости от параметров колебательной системы.

Контрольные вопросы и дополнительные задания также требуют дополнительных исследований и / или проработки литературы. Например: Как меняется вид фазо-частотной характеристики и фазовой диаграммы при изменении параметра затухания? При каких условиях может быть реализован апериодический процесс? От чего зависит характерное время переходного процесса? и пр.

Подводя итог, следует отметить высокую эффективность обучения физике с использованием самодельного уникального оборудования, укомплектованного разноуровневым методическим обеспечением с отступлением от традиционной компоновки. Включение в задания элементов несложных исследовательских проблем заметно повышает интерес учащихся. Особенно это важно при подготовке учителей.

Библиографический список

1. Чиганов А.С., Якушевич В.И. К проблеме формирования физико-технической компетентности студентов-физиков педагогических вузов и старших школьников // Физическое образование в вузах. 2013. № 4. С. 312–136.
2. Прокопенко В.С. Альтернативная концепция физического лабораторного практикума и ее реализация в педагогическом вузе // Электронный научный журнал. 2016. № 4 (7). С. 341–355.
3. Орлов В.А., Орлова И.Н. Об использовании среды «LABVIEW» в учебном физическом эксперименте // Открытое образование. 2015. № 4 (111). С. 62–67.
4. Балякин А.А., Рыскин Н.М. Колебания связанных маятников. Упругие волны в твердых телах. Саратов: Изд-во СГУ, 2008. 38 с.

ФИЗИКА ПРУЖИННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

PHYSICS OF A SPRING-MATHEMATICAL PENDULUM

И.Н. Орлова, Д.С. Мичурина

I.N. Orlova, D.S. Michurina

Пружинно-математический маятник, моделирование, формализм Лагранжа, перекачка энергии, параметрическое самовозбуждение.

В работе представлена учебно-исследовательская разработка для сложной механической колебательной системы, модель которой находится в лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского и не оснащена методической литературой. Для объяснения поведения маятника и с целью проведения дальнейших исследований разработано компьютерное приложение в среде Delphi. Первая версия этого приложения предназначена для анализа малых отклонений от положения равновесия. Получены иллюстрации, адекватные реальному поведению маятника. Определены условия, регулирующие это поведение.

Spring-mathematical pendulum, modeling, Lagrange formalism, energy transfer, parametric self-excitation.

The paper presents an educational and research development for a complex mechanical oscillatory system, the model of which is presented in the Laboratory of problems of educational and physical experiment named after L. V. Kirensky and is not equipped with methodological literature. A computer application in the Lazarus environment has been developed to explain the behavior of the pendulum and to conduct further research. The first version of this app is designed to analyze small deviations from the equilibrium position. Illustrations are obtained that are adequate to the actual behavior of the pendulum. The conditions governing this behavior are defined.

В работе рассматриваются колебания груза на вертикально висящей свободной пружине. Интерес авторов к этой системе первоначально был вызван необходимостью объяснить движение соответствующей лабораторной установки отдела механических колебаний лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, а также разработать методическое обеспечение к ней. Однако в процессе дальнейшего изучения стало ясно, что физика этой системы далеко не элементарна, более того, до конца не изучена до настоящего момента. Подтверждением тому служит исследование 2018 г., выполненное в Математическом институте им. В.А. Стеклова А.Г. Петровым и В.В. Вановским [1] при поддержке РФФИ. К сожалению, содержание статьи в настоящее время недоступно, равно как и английская статья [2] тех же авторов по этой теме по причине того, что



Рис. 1. Лабораторная установка

оба журнала не являются журналами открытого доступа. Таким образом, современные достижения относительно физики этой системы известны либо доступны лишь небольшому ряду исследователей, тем самым актуальность нашего исследования повышается как минимум с целью популяризации.

Рассматриваемая колебательная система обнаруживает весьма сложное поведение. Например, при отведении груза строго вертикально вниз через некоторое время мы наблюдаем возникновение поперечных к вертикали движений маятника (качаний). Визуально система обнаруживает некую неустойчивость к вертикальным колебаниям. На этом этапе возникает затруднение даже в определении такого явления: квалифицировать ли такое поведение как хаос или как что-то другое.

Понятно, что эта система представляет собой некоторую «смесь» двух простых систем: математического маятника и пружинного маятника, движение которых хорошо известно. В физике для описания таких суперпозиций возник термин «парциальные системы». Ясно, что сложная система в своем поведении должна будет проявлять характерные свойства как первой парциальной системы, так и второй. В значительной степени это относится, разумеется, к собственным частотам ω_{0g} и ω_{0k} подсистем.

На самом деле эта система в научной литературе фигурирует так редко, что, как показало наше библиографическое исследование, за ней еще не закрепилось никакого официального названия! А ведь тем не менее назвать ее просто пружинным маятником или грузом на пружине или математическим маятником нельзя, ибо все это – закрепившиеся термины, подразумевающие другие известные простые системы. Поэтому мы предлагаем другое название – «пружинно-математический маятник», отражающее обе стороны этой системы.

Исторически интерес научной среды к этой системе возник в 1933 г., когда по предложению академика Л.И. Мандельштама она была рассмотрена Виттом и Гореликом [2]. Пружинно-математический маятник является простейшей классической аналогией для выяснения особенностей колебаний молекул углекислого газа. В этом соединении частота продольной моды практически совпадает с удвоенной частотой поперечной моды, что является условием для возникновения резонансной перекачки энергии между этими модами, в результате чего в рамановском спектре рассеяния появляются дополнительные полосы. Эти полосы были обнаружены Э. Ферми в соответствующем эксперименте [3].

Таким образом, как следует из этого небольшого обзора, ключевым моментом физики этой системы является перекачка энергии между описанными модами системы при выполнении резонансных соотношений между собственными частотами парциальных систем или, как следует из опыта Ферми из работы [3], при соотношениях частот, близких к резонансным (малым кратным). Очевидно, такое явление сродни биениям.

Цель нашей работы – выяснение свойств системы путем численного моделирования. Для этого было разработано оригинальное приложение в среде Delphi.

В качестве первого знакомства с системой рассмотрим частный случай двумерного движения системы в одной вертикальной плоскости, а также случай малых отклонений. Далее кратко выпишем подробности описания системы.

Для получения уравнений движения системы используется формализм Лагранжа. Принципиальная схема колебательной системы приведена на рис. 2. Функция Лагранжа системы (Лагранжиан):

$$L = T - V,$$

где T и V – кинетическая и потенциальная энергия системы. Необходимо записать функцию Лагранжа в выбранных координатах и затем составить уравнения Эйлера-Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0,$$

где q_i – обобщенные координаты. При этом $\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \equiv p_i$ – обобщенные импульсы, $\frac{\partial L}{\partial q_i} \equiv F_i$ – обобщенные силы, таким образом, уравнения Эйлера-Лагранжа равносильны уравнению вида $\frac{dp_i}{dt} = F_i$, которое является, как видно, обобщенным вторым законом Ньютона.

Координаты выбираются следующим образом: r – мгновенное значение длины пружины, l_0 – недеформированная длина пружины, φ – угол отклонения от вертикали, H – расстояние от точки подвеса до тела по вертикали (потенциальная энергия отсчитывается от точки закрепления пружины).

Кинетическая энергия: $T = \frac{m}{2} (v_r^2 + v_\tau^2)$, где v_r и v_τ – компоненты скорости тела вдоль пружины и перпендикулярно к ней (рис. 2). Поскольку $v_r^2 = \dot{r}^2$, $v_\tau^2 = r^2 \dot{\varphi}^2$, то $T = \frac{m}{2} (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2)$.

Потенциальная энергия в поле тяжести:

$$V_g = A_{r \rightarrow 0} = -mgH = -mgr \cdot \cos \varphi \approx -mgr \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right).$$

Потенциальная энергия упруго деформированной пружины:

$$V_k = \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{k}{2} (r - l_0)^2.$$

Имеем:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2)$$

$$V = -mgr \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) + \frac{k}{2} (r - l_0)^2.$$

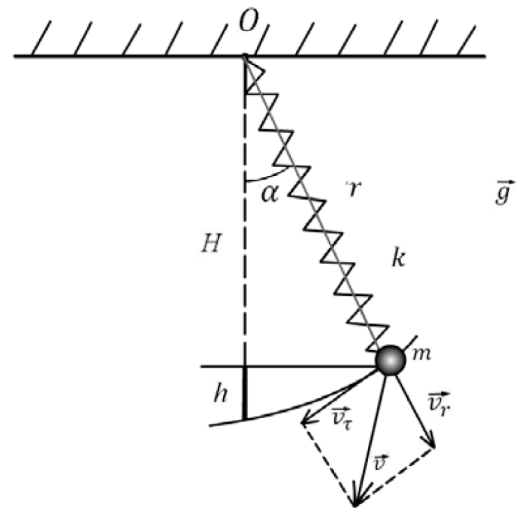


Рис. 2. Принципиальная схема колебательной системы

Статическая длина пружины (когда груз висит без движения вертикально вниз): $l = l_0 + \frac{mg}{k}$. Вводится относительное удлинение пружины: $\eta = \frac{r-l}{l} = \frac{r}{l} - 1$.

В этих обозначениях и с учетом членов до второго порядка имеем:

$$T \approx \frac{ml^2}{2} (\dot{\eta}^2 + \dot{\varphi}^2 + 2\eta\dot{\varphi}^2)$$

$$V = \frac{k}{2} [l(1 + \eta) - l_0]^2 - mgl(1 + \eta) \left(1 - \frac{\varphi^2}{2}\right).$$

Уравнения Эйлера–Лагранжа дают для этой системы:

$$\ddot{\varphi} + \frac{q}{l} \varphi + \left(\frac{q}{l} \eta \varphi + 2\dot{\eta} \dot{\varphi} + 2\eta \ddot{\varphi}\right) = 0$$

$$\ddot{\eta} + \frac{k}{m} \eta + \left(\frac{1}{2} \frac{q}{l} \varphi^2 - \dot{\varphi}^2\right) = 0.$$

Здесь (φ, η) – обобщенные переменные системы (угол и относительное удлинение пружины), слагаемые в скобках, составляют добавки, отличающие эти уравнения от уравнений чистых парциальных систем. Или в виде, более удобном для моделирования ($\omega_{0g}^2 = \frac{q}{l}$, $\omega_{0k}^2 = \frac{k}{m}$):

$$\ddot{\varphi} + \omega_{0g}^2 \varphi \left(\frac{1 + \eta}{1 + 2\eta}\right) + \frac{2\dot{\eta} \dot{\varphi}}{1 + 2\eta} = 0$$

$$\ddot{\eta} + \omega_{0k}^2 \eta + \left(\frac{1}{2} \omega_{0g}^2 \varphi^2 - \dot{\varphi}^2\right) = 0.$$

Пользуясь этими уравнениями, мы моделируем движение, задавая начальные условия и находя закон движения путем последовательных итераций методом Верле.

Для подтверждения корректности работы алгоритма мы изобразили движение на фазовой плоскости $\varphi - \dot{\varphi}$ при соотношении собственных частот парциальных систем 1:20. В случае движения чистого математического маятника мы увидели бы здесь эллипс (отклонения малы), в данном случае мы видим, что на движение математического маятника накладываются колебания пружины, причем один период колебаний математического маятника соответствует 20 полным колебаниям пружинного.

Мы выяснили, что при разных соотношениях частот и разных энергиях парциальных мод (начальных отклонениях φ_0 и η_0 и соответствующих им скоростях) может возникать параметрическое

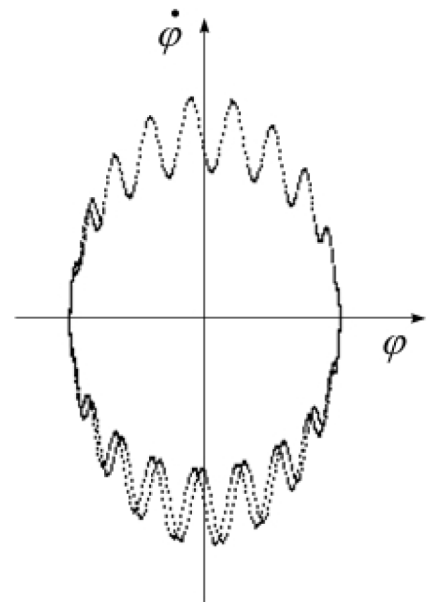
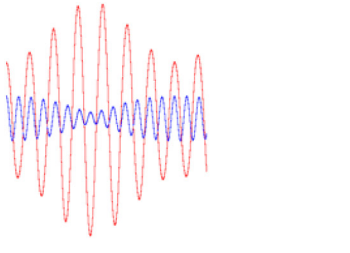
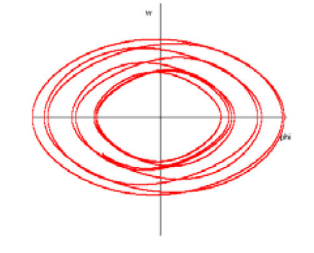
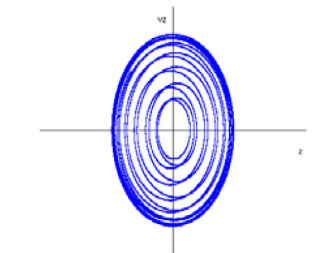
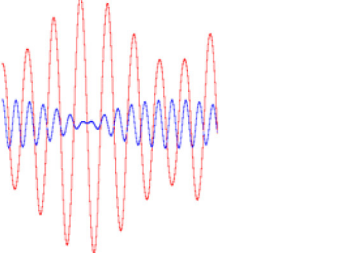
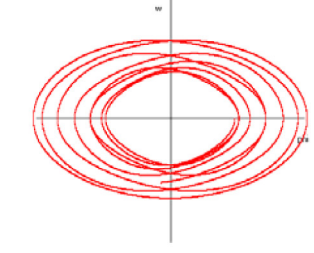
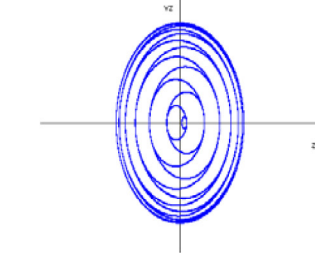
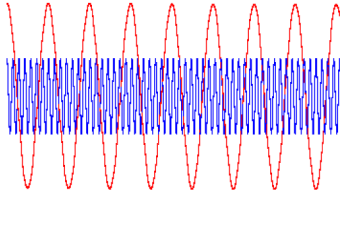
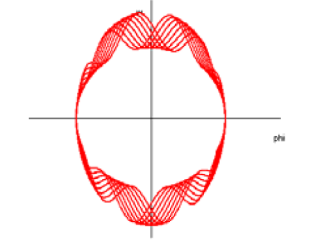
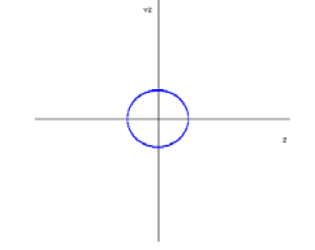
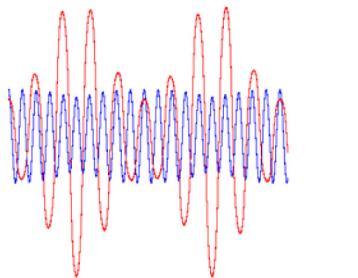
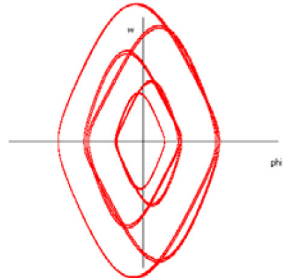
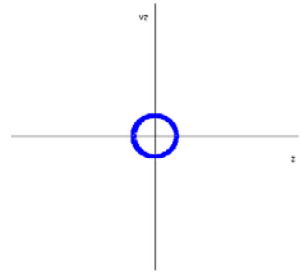
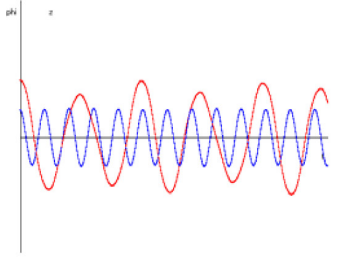
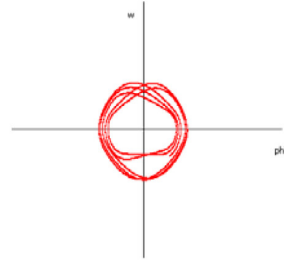
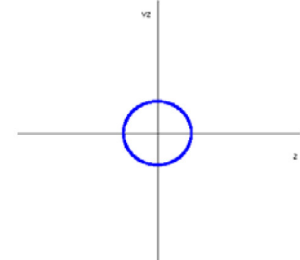
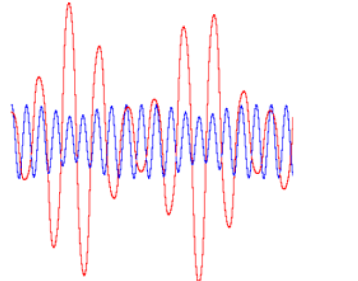
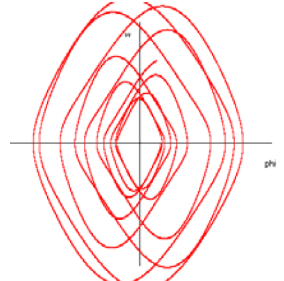
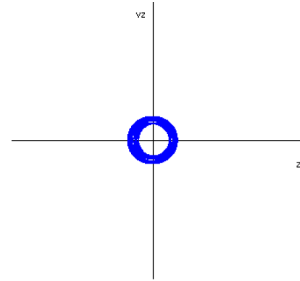
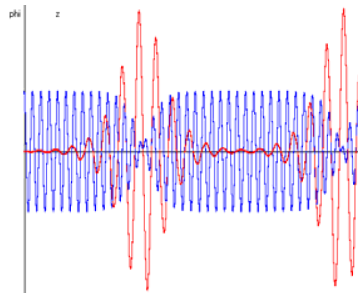
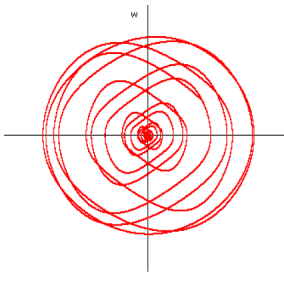
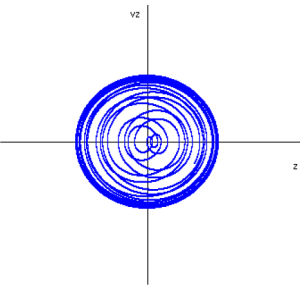
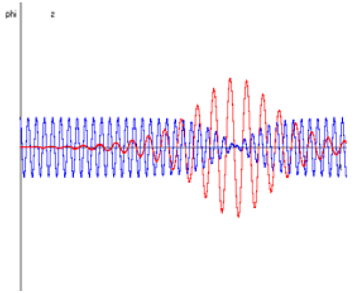
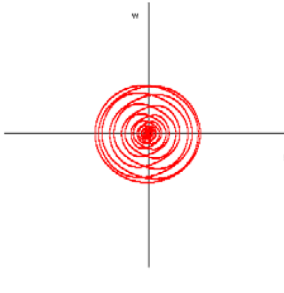
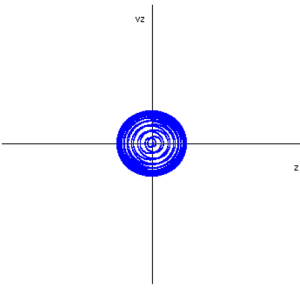
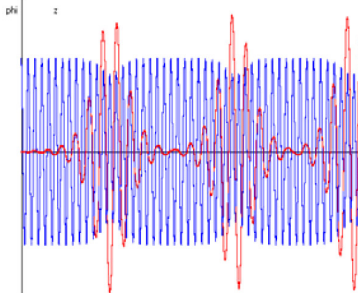
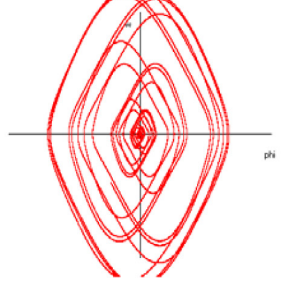
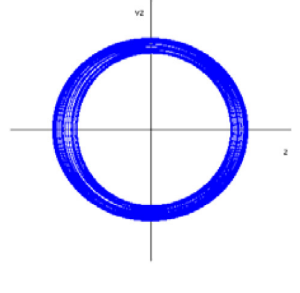


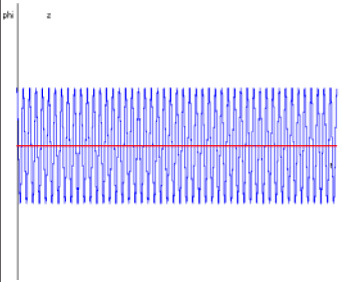
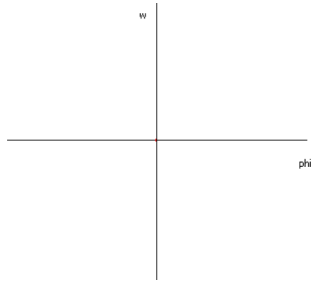
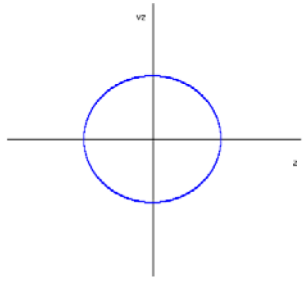
Рис. 3. Фазовая плоскость $\varphi - \dot{\varphi}$ (подсистема математического маятника) при соотношении собственных частот $\omega_{0g} : \omega_{0k} = 1:20$

самовозбуждение парциальных мод (качание, колебания пружины), когда полная энергия переходит от одной моды к другой и обратно. Например, когда вначале нет качаний, есть только колебания пружины, а потом они самопроизвольно появляются. Это явление называется *перекачкой энергии*. В таблице мы привели несколько таких иллюстраций. В частности, можно видеть, что при некоторых соотношениях частот (например, 1:2, 4:10 и др.) при достаточных амплитудах колебаний пружины перекачка энергии присутствует, а при малых и тем более нулевых – нет. Кроме того, при угле отклонения маятника от вертикали, в точности равном нулю ($\varphi_0 = 0$), самовозбуждение не развивается. Мы установили также, что для большинства отношений частот самовозбуждение качаний не начинается даже при как угодно больших амплитудах колебаний пружины. Таким образом, сам факт наличия этого явления зависит не только от отношения частот мод, но и от энергий этих мод, возможно, от отношения амплитудных значений. Таким образом, становится ясно, какую диаграмму для данной задачи нужно нарисовать в будущем (диаграмма наличия самовозбуждения мод на плоскости $(\omega_{0g} / \omega_{0k} - \varphi_0 / \eta_0)$).

Примеры, иллюстрирующие возникновение перекачки энергии при разных соотношениях частот и различных энергиях мод (амплитудах)

Отношение частот, нач. откл-я, Во всех опытах $\dot{\varphi}, \dot{\eta} = 0$	Законы движения парциальных систем	Фазовая траектория подсистемы математического маятника (плоскость $\varphi - \dot{\varphi}$)	Фазовая траектория подсистемы пружинного маятника (плоскость $\eta - \dot{\eta}$)
1	2	3	4
1:2, $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.1$ перекачка энергии			
1:1.95 $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.1$ перекачка энергии			
1:7 $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.1$ нет перекачки			

1	2	3	4
<p>4:10 $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.3$ перекачка энергии</p>			
<p>4:10 $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.1$ перекачки почти нет</p>			
<p>3:7 $\varphi_0 = \pi/30$ $\eta_0 = 0.3$ перекачка энергии</p>			
<p>1:2, $\varphi_0 = 0.001$ $\eta_0 = 0.2$ перекачка энергии</p>			
<p>1:2, $\varphi_0 = 0.001$ $\eta_0 = 0.1$ перекачка энергии</p>			
<p>4:10, $\varphi_0 = 0.001$ $\eta_0 = 0.3$</p>			

1	2	3	4
<p>4:10, $\varphi_0 = 0.001$ $\eta_0 = 0.2$ Самовозбуждение качаний не происходит при малой амплитуде колебаний пружины η_0</p>			

Наиболее интересно выглядит, конечно, случай, когда в начальный момент качаний нет, система начинает движение в «пружинной» моде вертикально вверх и вниз – это тот самый случай, который привлек наше внимание к системе. Результаты моделирования говорят о том (законы движения парциальных систем приведены на рис. 4), что через некоторое время маятник начинает раскачиваться, а колебания пружины прекращаются. Затем события развиваются в обратную сторону. И это именно то поведение, которое мы наблюдаем в «живом» эксперименте!

Заметим, что при отношении частот 1:1, 2:1 видимого влияния мод друг на друга нет, самовозбуждения не происходит. Мы заметили также «дрейф» фазовых траекторий (см. отношение частот 1:7 в табл.), природа его нам не ясна. Дальнейшим развитием исследования этой задачи мы видим построение вышеуказанной диаграммы, построение карты Пуанкаре, а также рассмотрение пространственного колебания такого маятника (3 степени свободы) и произвольных (не малых) амплитуд.

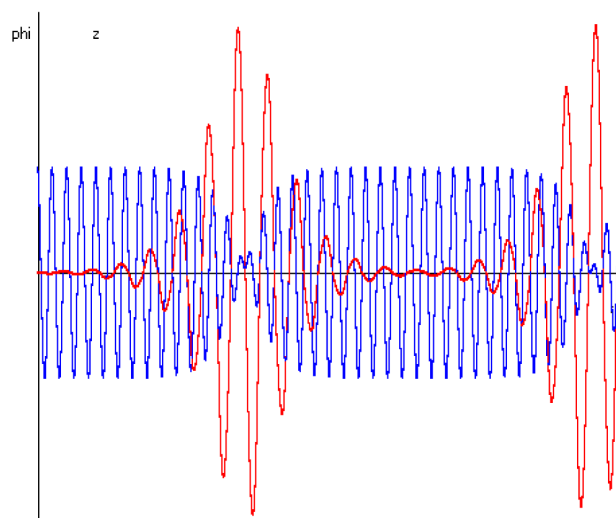


Рис. 4. Раскачивание пружинно-математического маятника из состояния, когда в начальный момент груз на пружине колеблется почти вертикально ($\varphi_0 = 0.001$, $\eta_0 = 0.2$)

Библиографический список

1. Петров А.Г., Вановский В.В. Нелинейные колебания маятника на пружине при резонансе 1:1:2. Теория, эксперимент и физические аналогии // Труды математического института им. В.А. Стеклова. 2018. Т. 300. С. 168–175.
2. Vanovskii V.V., Petrov A.G. Spring analogy of non-linear oscillations of a bubble in a liquid at resonance Journal of Applied Mathematics and Mechanics // Volume 81. Issue 4. 2017. P. 305–316.
3. Витт А., Горелик Г. Колебания упругого маятника как пример колебаний двух параметрически связанных линейных систем // Журнал технической физики. 1933. Т. 3, вып. 2–3.
4. Fermi E., “Über den Ramaneffekt des Kohlendioxyds”, Z. Phys., 71 (1931). P/ 250–259.

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИНДЕКСОВ ХЕРСТА ПРОСТОГО БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ

ON THE DISTRIBUTION OF HEARST INDICES OF SIMPLE BROWNIAN MOTION

И.Н. Орлова, Л.В. Перевалова

I.N. Orlova, L.V. Perevalova

Индекс Херста, броуновское движение, распределение Вейбулла, распределения с «тяжелыми» хвостами, коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса.


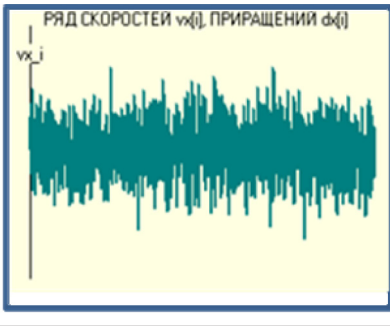



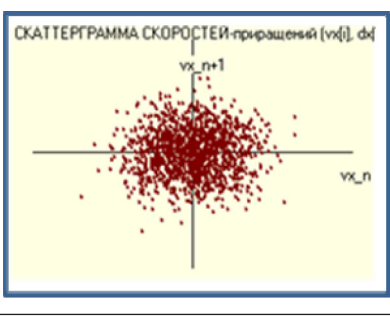
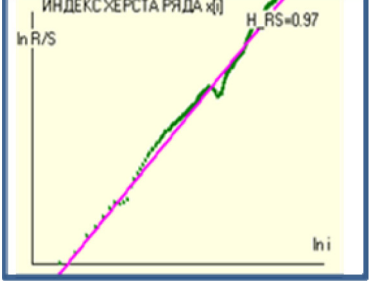

Получены распределения индексов Херста рядов координаты и проекции скорости броуновской частицы для трех значений длины броуновского ряда. Свойства распределений проанализированы на предмет соответствия известным типам. Установлено, что распределения не являются распределениями Вейбулла, гамма-распределениями, логнормальными. Получены и проанализированы экспериментальные зависимости средних значений индексов Херста от длины ряда.

Hurst index, Brownian motion, Weibull distribution, distributions with «heavy» tails, asymmetry coefficient, kurtosis coefficient.

Distributions of the Hurst indices of the coordinate series and the velocity projection of the Brownian particle for three values of the length of the Brownian series are obtained. The properties of distributions are analyzed for compliance with known types. It is established that the distributions are not Gamma, Weibull, or lognormal distributions. Experimental dependences of the average values of Hurst indices on the length of the series are obtained and analyzed.

В работе [1] 2015 г. нашей исследовательской группой инициировано направление исследования индексов Херста простого броуновского движения. В табл. 2 показаны основные диаграммы, дающие представление о рассматриваемой задаче и поясняющие соответствие их вида определенным значениям индекса Херста. Например, видно, что ряд координаты в представленной реализации сохраняет тенденцию к росту. В другой реализации может быть тенденция к уменьшению. Это значит, что частица в этой реализации двигалась в среднем вправо (для тенденции к уменьшению – влево). Это свойство ряда называется персистентностью (наличием трендов: в среднем вверх или в среднем вниз), характеризуется значениями индекса Херста $H > 0,5$. Таким образом, судя по виду самого ряда координаты, мы ожидаем для него такие значения индекса ($>0,5$). Более того, можно предположить, что значения будут близки к 1, ибо тенденция ряда координаты хорошо выражена. Результаты расчетов говорят о том же: для опыта из табл. 1 получено $H_x = 0,97$. Гистограммы, скаттерграммы на рисунке также соответствуют описанным свойствам.

Таблица 1

Комментарии к графикам ряда координаты $x(t)$	Графики ряда координаты $x(i)$	Тип графика	Графики ряда проекций скорости $v_x(i)$ и приращений $dx(i)$	Комментарии к графикам ряда проекции скорости $x(t)$
Тенденция к определенной динамике (здесь – росту) Указание на $H \approx 1$		Временная развертка		Тенденция «возврат к среднему» – указание на $H \approx 0,5$
Гистограмма соответствует данной реализации: ч-ца больше была в области $x > 0$		Гистограмма		Гауссовый вид распределения (Распределение Максвелла) Указание на $H \approx 0,5$
Скаттерграмма наклонена вправо, почти вырождена в прямую – указание на «черный» шум и $H \approx 1$		Скаттерграмма		Характерный для белого шума симметричный вид Указание на $H = 0,5$
Для данной реализации $H_x = 0,97$		Индекс Херста		Для данной реализации $H_{v_x} = 0,46$

Ряд проекции скорости, в отличие от ряда координаты, демонстрирует тенденцию «возврат к среднему», остается на одном уровне. Это соответствует значениям индекса Херста вблизи 0,5. И это соответствует известному факту, что индекс Херста для рядов приращений координаты или проекции скорости должен быть равен 0,5. В представленном опыте, иллюстрированном в табл. 1, расчетное значение индекса Херста составило $H_{v_x} = 0,46$.

В разработанном нами приложении генерируются ряды координаты и проекции скорости броуновской частицы, при этом при фиксированной длине ряда

один ряд не похож на другой, и поэтому индекс Херста таких рядов является величиной случайной. На рис. 1 (а, б) показаны значения индекса Херста для рядов координаты и проекции скорости в таком эксперименте. В представленном эксперименте длина броуновского ряда была выбрана равной $N = 50$, количество броуновских рядов на рисунке $N_{\text{exper}} = 5000$. Среднее значение индекса Херста ряда координаты в представленном опыте оказалось равным $\langle H_x \rangle = 0.95$. По рисунку также хорошо видно, что экспериментальные значения H_x большей частью лежат ниже уровня $H_x = 1$. Для ряда проекции скорости результат оказался равным $\langle H_{vx} \rangle = 0.61$. Ясно, что результат усреднения является величиной случайной, является приближением к матожиданию для данной длины ряда. Важно, что в статистическом ансамбле из 5000 элементов флуктуации при расчете среднего еще очень велики ($\frac{\delta a}{\bar{a}} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$, составит $> 1\%$).

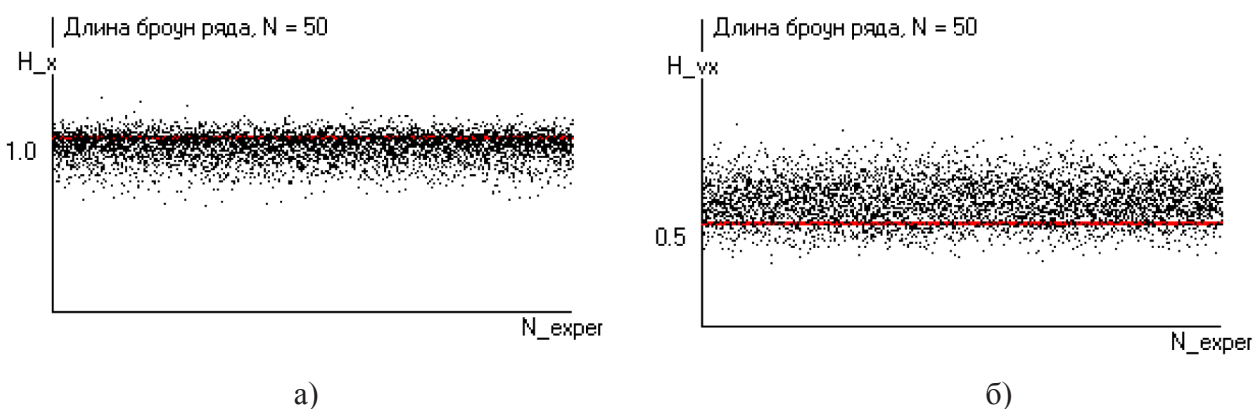


Рис. 1. Случайные ряды значений индекса Херста рядов координаты а) и проекции скорости б) броуновской частицы. Представлена реализация для длины броуновского ряда $N = 50$, количество экспериментальное $N_{\text{exper}} = 5000$. По результатам этого эксперимента $\langle H_x \rangle = 0,95$, $\langle H_{vx} \rangle = 0,61$

Далее нас совершенно естественно заинтересовал вопрос как зависят эти средние значения индекса Херста от длины ряда. Ведь значение 0,61 для индекса Херста ряда проекции скорости все еще не совпадает с общепринятым значением 0,5 для броуновского движения! Результат оказался таким как на рис. 2.

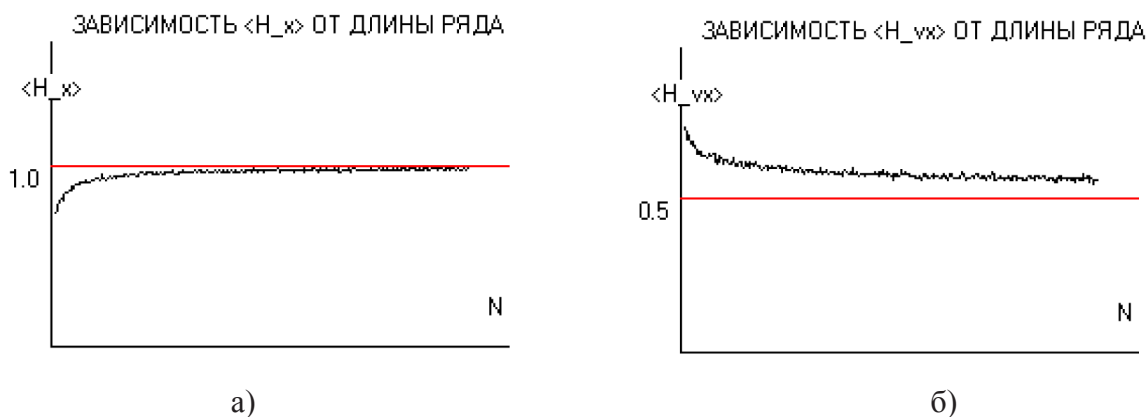


Рис. 2. Зависимость средних значений индексов Херста от длины броуновского ряда

Значения $\langle H_{vx} \rangle$ убывают асимптотически к значению 0,5, причем сходимость эта очень медленная, как следует из рисунка. То есть теоретическое значение 0,5 – это значение, которое достигается лишь при неограниченно большом броуновском ряде. Ряд $\langle H_x \rangle$ также асимптотически стремится к пределу 1, причем сходится очень быстро и снизу, то есть оставаясь все время меньше 1, в отличие от ряда $\langle H_{vx} \rangle$, который сходится к своему предельному значению сверху, то есть оставаясь все время больше 0,5.

И, наконец, глядя на рис. 1, можно понять, что значения индексов Херста как-то распределены в окрестностях вблизи своих предельных значений. Мы построили эти распределения для трех значений длины броуновского ряда: $N = \{50, 500, 2000\}$ (рис. 3). Черный график на рис. 3 соответствует длине 50 броуновских шагов, синий – 500, красный – 2000. Усреднение производилось по статистическому ансамблю из $N_{\text{exper}} = 100000$ экспериментов. Видно, что распределения эти очень красивые и необычные. Очевидно, что это далеко не гауссовские распределения. Они обладают выраженной асимметрией, особенно распределение по H_x . Эта асимметрия разных знаков для распределений по H_x и по H_{vx} . Они обладают выраженным положительным эксцессом, особенно распределение по H_x , то есть максимум у них вытянут кверху острее, чем у гауссового распределения. И, наконец, возможно эти распределения обладают так называемым «тяжелым хвостом», то есть спадание на бесконечности происходит медленнее, чем по экспоненциальному закону (по степенному, например).

В научной периодике нам удалось найти немного статей с подобной проблематикой (установлением типа распределения индексов Херста), см., например, [2]-[4].

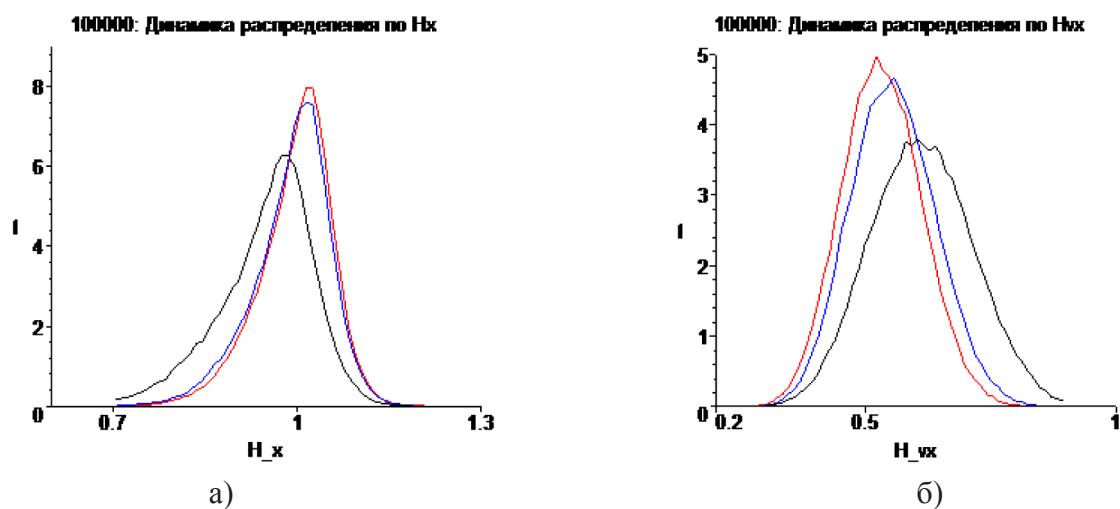


Рис. 3. Полученные экспериментально распределения индексов Херста рядов координаты а) и проекции скорости б)

Для отнесения распределений к какому-нибудь известному типу мы отобрали возможных претендентов, обладающих сходными свойствами (наличие асимметрии, эксцесса, возможно, тяжелый хвост). Ими оказались распределения Вейбулла, гамма-распределение, логнормальное, Рэля, Накагами. Анализируя с помощью математического пакета Maple статистические моменты, ана-

литические плотности вероятности этих распределений и сравнивая их с этими же характеристиками экспериментальных функций, мы пришли к выводу, что ни одна из этих теоретических функций, к сожалению, не соответствует экспериментальным распределениям. Кроме того, в литературе указывается, что распределения Накагами, Рэля, Вейбулла заменой переменного сводятся к гамма-распределению. В качестве подтверждения этих исследований приведем вид полученной экспериментальной интегральной функции распределения в специфических логарифмических координатах (рис. 4), соответствующих появлению линейной зависимости для распределений типа Вейбулла. Видно, что возникающая кривая не является линейной зависимостью, и, следовательно, экспериментальное распределение не является распределением Вейбулла. Наш поиск продолжается.

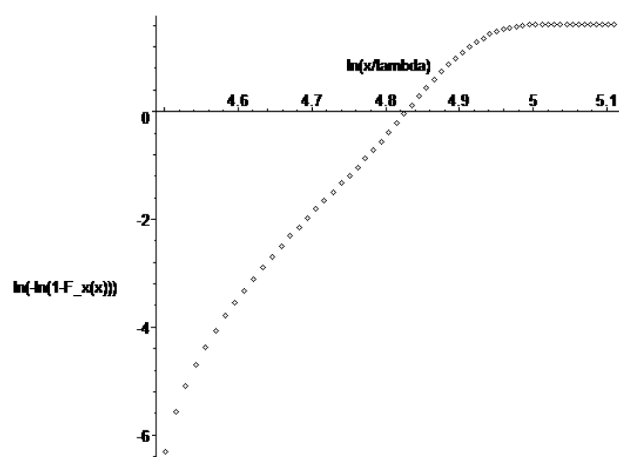


Рис. 4. Специфические логарифмические координаты, в которых должна появляться прямая в случае, если экспериментальное распределение является распределением Вейбулла. Видно, что кривая не является линейной зависимостью, а распределение – распределением Вейбулла

Данная работа инициирована беседами с доктором физико-математических наук, профессором В.М. Логиновым, которому авторы выражают глубокую благодарность.

Библиографический список

1. Шикина Д.А., Орлова И.Н. Вычисление показателя Херста для броуновского движения. Физика и методика обучения физике. Технологическое образование: материалы научно-практической конференции. Красноярск, 25–27 мая 2016 г. / отв. ред. С.В. Бортновский; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016.
2. Кириллов Д.С., Короб О.В., Митин Н.А. и др. Распределения показателя Херста нестационарного маркированного временного ряда // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2013. № 11. 16 с.
3. Орлов Ю.Н., Плешаков Р.В. Программный комплекс для моделирования нестационарных неэквидистантных временных рядов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2017. № 36. 15 с.
4. Ж.В. Дейнеко, А.А. Замула, Л.О. Кириченко и др. Об одном методе моделирования самоподобного стохастического процесса // Вестник Харьковского национального университета. 2010. № 890. С. 53.

ХАОС В ДВОЙНОМ МАЯТНИКЕ

CHAOS IN A DOUBLE PENDULUM

И.Н. Орлова, В.В. Половинкина

I.N. Orlova, V.V. Polovinkina

Двойной маятник, формализм Лагранжа, фазовая диаграмма, хаос, карта Пуанкаре.

Разработано приложение в среде Lazarus для моделирования эволюции двойного маятника при произвольно больших амплитудах движения, позволяющее создавать различные наглядные демонстрации присутствия хаоса в этой системе, изучать ее свойства с помощью специфических диаграмм нелинейной динамики, оснащать дополнительными модулями в будущем. Ряд таких изображений приведен в статье. Работа будет полезна для наполнения лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева методическими и дидактическими материалами.

A double pendulum, Lagrange's formalism, the phase diagram, chaos, Poincare map.

An application has been developed in the Lazarus environment for modeling the evolution of a double pendulum at arbitrarily large motion amplitudes, which allows creating various visual demonstrations of the presence of chaos in this system, studying its properties using specific diagrams of nonlinear dynamics, and equipping it with additional modules in the future. A number of such images are given in the article. This work will be useful for filling the laboratory of nonlinear vibrations IMFI KSPU named after V. P. Astafiev with methodological and didactic materials.

Настоящая работа является частью большого проекта по комплектованию лаборатории нелинейных колебаний и волн ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева методическим обеспечением к лабораторным установкам. Задача о колебаниях N -кратного маятника не является стандартной точно решаемой моделью общей физики. Это сложная задача исследовательского плана, все ее свойства можно установить только путем численного моделирования на компьютере. В этой на первый взгляд простой системе уже наблюдается хаотическое поведение, и в нашу задачу входило не только выявление этого факта путем разработки соответствующего приложения и дальнейшего моделирования, но и поиск наглядных идентификаторов этого хаоса: диаграмм, графиков и т. д. Таким образом, требуется обогатить имеющуюся лабораторную установку качественным описанием, сопряженным с научным исследованием, а также оригинальными медиа-материалами, помогающими студентам раскрывать детали физических свойств этой модели.

В лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского имеется модель N -кратного маятника вида как на рис. 1. Для моделирования мы выберем более простую модель (рис. 2).



Рис. 1. Установка для модели N-кратного маятника в лаборатории

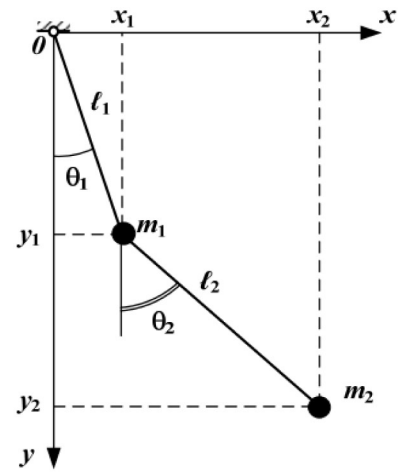


Рис. 2. Теоретическая модель

Координаты грузов:

$$x_1 = l_1 \sin \vartheta_1, \quad y_1 = l_1 \cos \vartheta_1,$$

$$x_2 = x_1 + l_2 \sin \vartheta_2, \quad y_2 = y_1 + l_2 \cos \vartheta_2.$$

Для получения уравнений движения в этой системе используется формализм Лагранжа, формализм Ньютона. Необходимо составить функцию Лагранжа:

$$L = E_k - \Pi,$$

где E_k и Π – кинетическая и потенциальная энергия системы соответственно, и подставить ее в уравнения Лагранжа:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial L}{\partial \dot{\vartheta}_1} - \frac{\partial L}{\partial \vartheta_1} = 0, \\ \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial L}{\partial \dot{\vartheta}_2} - \frac{\partial L}{\partial \vartheta_2} = 0. \end{cases}$$

В результате преобразований получим:

$$\ddot{\vartheta}_1 + \mu_2 \frac{l_2}{l_1} \dot{\vartheta}_2 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) + \mu_2 \frac{l_2}{l_1} \vartheta_2^2 \sin(\vartheta_1 - \vartheta_2) + \frac{g}{l_1} \sin \vartheta_1 = 0$$

$$\ddot{\vartheta}_2 + \frac{l_1}{l_2} \dot{\vartheta}_1 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) - \frac{l_1}{l_2} \vartheta_1^2 \sin(\vartheta_1 - \vartheta_2) + \frac{g}{l_2} \sin \vartheta_2 = 0,$$

где $\mu_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$ – относительная масса второго тела, $\frac{g}{l_1} = \omega_{01}^2$, $\frac{g}{l_2} = \omega_{02}^2$.

Из этой системы уравнений для удобства моделирования мы выразим в явном виде угловые ускорения тел:

$$\ddot{\vartheta}_1 = - \frac{m_2}{m_1 + m_2 \sin^2(\vartheta_1 - \vartheta_2)} \left\{ \sin(\vartheta_1 - \vartheta_2) \left[\frac{l_2}{l_1} \dot{\vartheta}_2^2 + \vartheta_1^2 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \right] + \frac{g}{l_1} \left[\frac{m_1 + m_2}{m_2} \sin \vartheta_1 - \sin \vartheta_2 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \right] \right\}$$

$$\ddot{\vartheta}_2 = \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_2 \sin^2(\vartheta_1 - \vartheta_2)} \left\{ \sin(\vartheta_1 - \vartheta_2) \left[\frac{l_1}{l_2} \dot{\vartheta}_1^2 + \mu_2 \dot{\vartheta}_2^2 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \right] + \frac{g}{l_2} [\sin \vartheta_1 \cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) - \sin \vartheta_2] \right\}$$

На основе этих формул разработано приложение в среде Lazarus, моделирующее эволюцию системы. С помощью этой программы мы получили известную наглядную демонстрацию наличия хаоса в этой системе: при очень малых отклонениях в начальных условиях траектория маятника отклоняется от первоначальной неограниченно далеко. Для этого мы запускаем движение сразу нескольких одинаковых копий системы, начальные положения которых отличаются на очень малое значение (на рис. 3 показан эксперимент, в котором начальные углы отклонения нижнего тела задавались для копий регулярно с шагом 0.001р). Таким образом, имеют место характерные свойства хаотических систем: критическая чувствительность к начальным условиям (эффект бабочки), и как следствие, экспоненциальная расходимость фазовых траекторий. На рисунке 3 приведены этапы «разбегания».

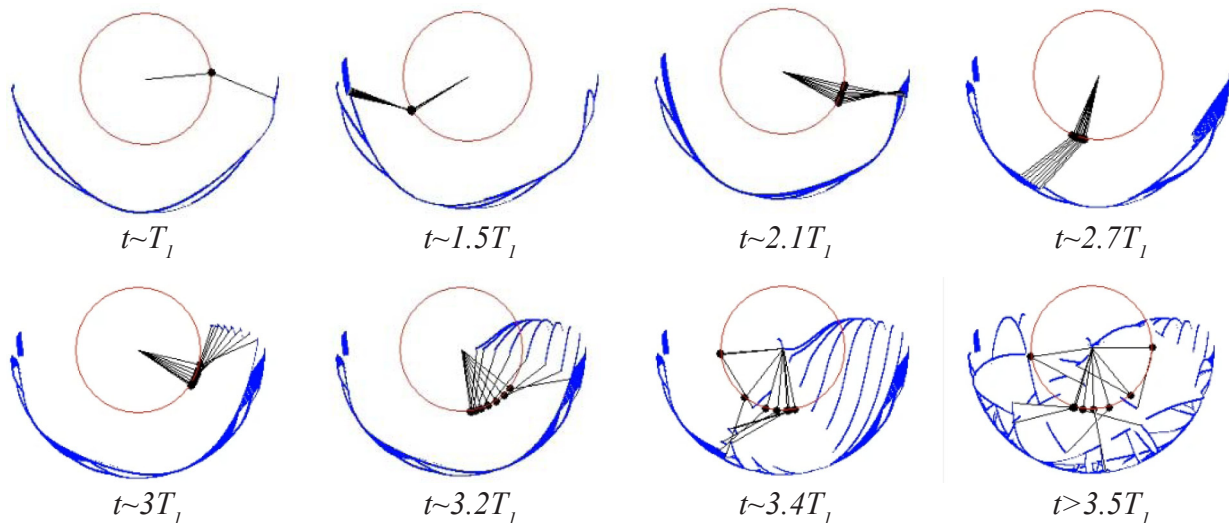


Рис. 3. Демонстрация хаоса в системе с использованием нескольких (8) копий системы (T_1 – период одиночного первого маятника)

Важно отметить: то, что мы видим на рис. 3, можно назвать разбеганием пространственных траекторий, расходимость фазовых траекторий исследуется в фазовом пространстве, когда вычисляется еще одна важная характеристика хаоса – коэффициенты Ляпунова. В рамках темы это исследование также запланировано. Характерные фазовые траектории верхнего и нижнего тела представлены на рис. 4. Их вид подтверждает предположение о хаотическом характере движения тел. Следующим этапом анализа системы должно стать построение карты Пуанкаре системы. Мы предприняли попытку построения этой диаграммы, однако точность вычислений с помощью алгоритмов Верле и Эйлера, которые используются в программе и не относятся к алгоритмам, сохраняющим полную энергию, оказывается недостаточной, и карта получается «размытой». Повышение точности используемых алгоритмов (например, до алгоритмов Рунге-Кутты 4 и др. порядков, Дорманда-Принса 11 порядка) также запланировано для перспективных исследований группы.

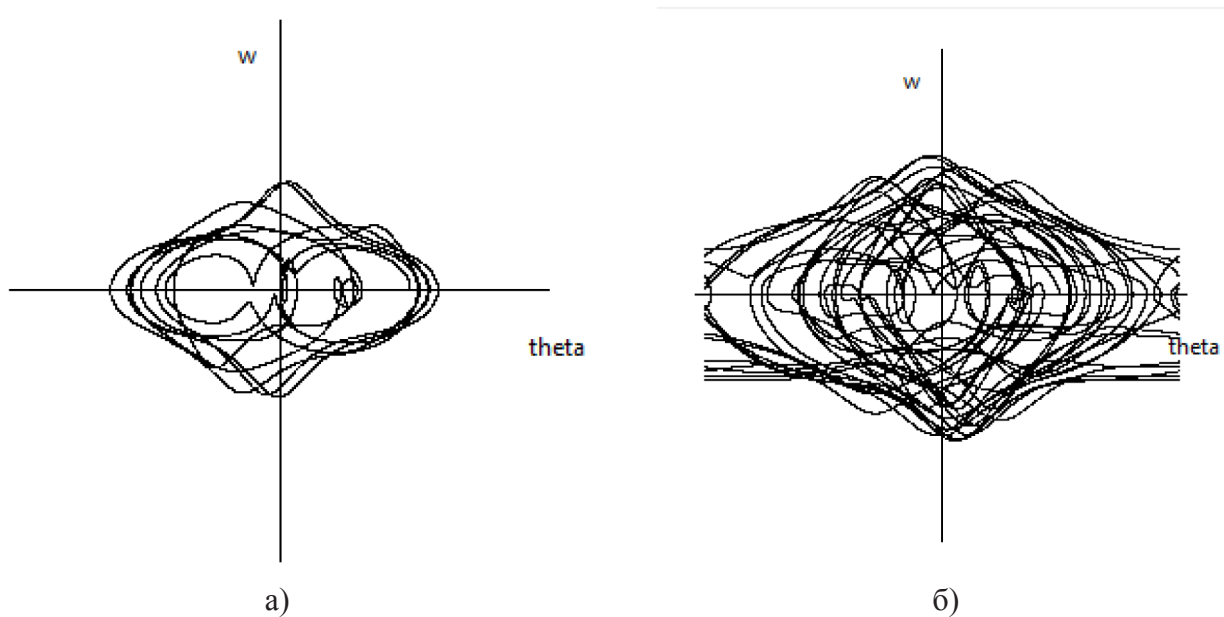


Рис. 4. Характерные запутанные фазовые траектории а) верхнего и б) нижнего тела при тех же начальных условиях ($\vartheta_1 = \frac{\pi}{2}$, $\vartheta_2 = \vartheta_1 + 0.001\pi$, $\omega_1 = \omega_2 = 0$)

Библиографический список

1. Данилов О.Е. Использование компьютерных моделей маятников при изучении механических колебаний // Дистанционное и виртуальное обучение. 2015. № 7. С. 40–47.
2. Заславский Г.М. Физика хаоса в гамильтоновых системах: пер. с англ. Ижевск, Москва: Институт компьютерных исследований, 2004. 288 с.

ОСОБЕННОСТИ ОПИСАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКОНОВ КОЛЛЕКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ

FEATURES OF THE DESCRIPTION AND APPLICATION OF THE LAWS OF COLLECTIVE MOVEMENT

И.Н. Орлова, У.С. Сухацкая

I.N. Orlova, U.S. Sukhatskaya

Коллективное движение, полное производство энтропии, каноническое распределение Больцмана, статистико-механический подход, роевой алгоритм, метод потенциальных полей.

В статье приводятся результаты библиографического исследования современных методов моделирования и приложений теории коллективного движения. Демонстрируется зависимость динамики полного производства энтропии, полученная в разработанном авторском приложении.

Collective motion, total entropy production, canonical Boltzmann distribution, statistical-mechanistic approach, swarm algorithm, potential field method.

The article presents the results of a bibliographic study of modern modeling methods and applications of the theory of collective movement. The dependence of the dynamics of total entropy production obtained in the author's developed application is demonstrated.

Этой статьей мы резюмируем результаты исследования, направленного на изучение современных подходов к моделированию коллективного движения. Первая часть исследования носит библиографический характер, вторая – это разработка программного модуля по расчету полного производства энтропии стаи в дополнение к существующему оригинальному приложению (Delphi), выполненному нашей группой в 2013–2014 гг. (рис. 1).

В 1986 г. Крейгом Рейнолдсом (США) для создания мультипликационных спецэффектов в фильме была написана программа для моделирования движения особи в стае [1]. Такой летающий биоробот получил название *боид*, в связи с чем программа называется *программа – боид*. Следующая модель появилась в 1995 г., разработанная Тамás Vicsek [2], особи в этой модели двигались с постоянной скоростью и на каждом временном шаге принимали среднее направление движения частиц в их окрестности при некотором случайном возмущении. В этой работе был найден фазовый переход с нарушением вращательной симметрии, определен критический индекс для автокорреляционной функции.

Изначально в основу этих моделей был положен принцип сохранения особью дистанции с остальными. Стремление к сохранению дистанции приводило также и к выравниванию скоростей в пределах корреляционного радиуса. В рамках

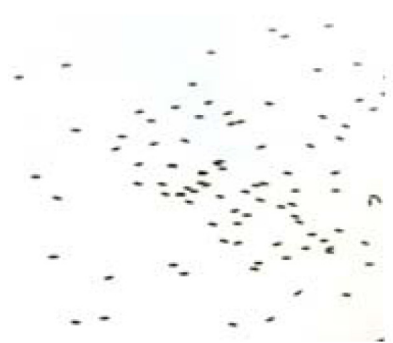


Рис. 1. Снимок стаи в авторском приложении

таких принципов часть стаи может оторваться от основной части и двигаться обособленно. Поэтому со временем эти принципы подвергались корректировкам. Необходимость таких корректировок видна также из следующих соображений. Представим себя на месте водителя в потоке машин, например, на мосту в городе. Поток машин в этом случае плотный, и водитель вынужден строго следовать некоторым правилам, чтобы избежать столкновений. Во-первых, в каждый момент времени он должен отслеживать сохранение дистанций с ближайшими машинами – лобовой и боковой. Во-вторых, он должен двигаться, как того требуют правила движения по мосту, со средней скоростью потока. Это правило не всегда является независимым от первого. В-третьих, в случае детектирования препятствия водитель должен начать выполнять упреждающий маневр (поворот), чтобы избежать столкновения с ним. Заметим, что все эти задачи водитель должен выполнять в каждый момент времени. Для особи в стае добавим сюда необходимость держаться вблизи всех остальных, то есть, например, не отрываться от центра масс стаи. Добавим также необходимость для особи оставаться в рамках небольшого допустимого физиологически оправданного интервала скоростей. При программировании такая многозадачность усложняет алгоритм. В этом случае естественно расставлять приоритеты для этих задач. При этом возникают алгоритмы так называемой «нечеткой логики», когда то или иное действие выполняется с определенной вероятностью в зависимости от условий. Алгоритм еще больше усложняется и может выйти из-под контроля. Спасением от этой нарастающей многозадачности и сложности алгоритма является разбиение пространства вокруг особи на кольцевые *зоны*, в каждой из которых она выполняет различные задачи:

- в самой близкой **зоне отталкивания** особь стремится дистанцироваться от соседей (сохраняет дистанцию), чтобы избежать столкновения;

- в чуть дальше расположенной **зоне выравнивания** особь стремится выровнять направление движения со своими соседями;

- в самой дальней **зоне притяжения** особь стремится в сторону соседа.

Действие в зонах происходит таким образом: если в первой зоне есть соседи, особь выполняет действия этой зоны. Если в первой зоне нет соседей, но есть во второй, выполняются действия второй зоны. Действия третьей зоны выполняются только в том случае, если в первых двух нет соседей. В 2008 г. было предложено сократить количество этих принципов до двух, исключив принцип выравнивания направлений движения.

В период с 2013 по 2016 г. в Пентагоне были осуществлены разработки, а затем проведены испытания роя вооруженных беспилотников, в отчете которого [3] указывается на высокие риски ошибочных выстрелов при использовании такого т. н. автономного вооружения. Прочитав: «... по мере возрастания сложности систем становится все сложнее проверить поведение системы во всех возможных условиях; количество потенциальных взаимодействий системы и окружения просто слишком велико». Мировые гуманитарные организации призывают запретить разработку, производство и использование такого вида вооружения.

Интерес к этой теме не угасает вот уже более 40 лет. В этой теме остаются нерешенные проблемы, и причиной тому указываются отсутствие завершенных

теорий различных типов коллективного движения, поиск приложений этих закономерностей к различным сферам человеческой жизни. Основные подходы к моделированию коллективного движения описаны в ряде обзоров и монографий, например, [4–7]. Количество задач, которые ставит перед собой теория коллективного движения, огромно. Мы не сможем остановиться на всех. Отметим лишь те, которые актуальны для нашей исследовательской группы. В обзоре Cousin 2008 г. [4] указаны нерешенные вопросы к моменту написания статьи, сформулированы направления дальнейшего развития теории. Кроме того, в работе [5] этого автора описан алгоритм стайного поведения. В обзоре Карпова [6] приведено полное описание типов алгоритмов и методов, стратегий поведения особи, приведены группы, занимающиеся разработкой физических роботов и оснащением к ним, сформулированы проблемы этого направления исследований, в том числе подчеркивается отсутствие единого подхода, наличие разрозненных решений частных задач. В обзоре Лю [7] приводятся методы планирования пути в среде с препятствиями, в том числе обсуждается метод потенциальных полей, который эффективен для моделирования огибания препятствий, в том числе стенок, реактивные (поведенческие) методы и многие другие. В монографии Касумяна [8] находим, что роль вожака в стае рыб, как правило, выполняет не одна особь, а группа особей, составляющая не менее 30–40 % стаи. В работе [9] указывается на принципиальную аналогию уравнений движения для особей в стае и уравнений движения в спиновой системе, на возможность описывать эволюцию в данном случае динамикой Ланжевена. Таким образом, отмечается аналогия между стремлением двух магнитных моментов с ферромагнитным обменом к выстраиванию параллельно друг другу и стремлением двух особей двигаться параллельно друг другу, сохраняя дистанцию. Имеются также алгоритмы, использующие гидродинамическую аналогию. Важно отметить также роевой алгоритм, предложенный в 1995–1998 гг. в работах Кеннеди, Ши и Эберхарда [10; 11]. Алгоритм базируется на следующей формуле обновления скорости особи:

$$v_i \leftarrow \omega v_i + \varphi_p r_p (p_i - x_i) + \varphi_g r_g (g - x_i).$$

Здесь ω – инерционный вес; φ_p и φ_g – коэффициенты обучения, обычно равные 2; r_p и r_g – случайные числа на отрезке $[0,1]$. Хотим обратить внимание на явное сходство формулы с законом Хаббла для относительных скоростей звезд в зависимости от расстояния между ними: $\vec{v}_{\text{отн } 12} \sim (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)$ (или $v_{12}^x \sim x_1 - x_2$, и т. п.). Закон Хаббла программирует уменьшение до нуля относительной скорости тел при приближении их друг к другу, то есть может обеспечить выравнивание скоростей особей в ближайшей окрестности и сохранение дистанции, если добавить в формулу это равновесное расстояние.

В рамках настоящего исследования мы усовершенствовали авторское приложение 2013–2014 гг., моделирующее движение особей в стае, в том числе оснастили программу модулем для оценки полного производства энтропии. Эта величина рассчитывается по формуле (суммирование по всем состояниям):

$$S = -\sum p_i \ln p_i.$$

Состояние здесь – это состояние всей системы (стаи) в некоторый момент времени. Сумма по всем состояниям, таким образом, является суммой по всем временным реализациям системы при условии, что время наблюдения выбрано достаточно большим – за это время система должна побывать во всех принципиально возможных состояниях. Именно потому, что в реальности дожидаться этого невозможно, наш расчет является оценкой.

Для расчета вероятностей состояний мы использовали каноническое распределение Больцмана: $p_i = \frac{1}{Z} \exp\left(-\frac{E_i}{kT}\right)$, Z – статсумма. Энергия состояния E_i – это полная механическая энергия (сумма кинетической и потенциальной энергий всех частиц), потенциальная энергия соответствует в рамках выбранной модели постоянному усилию ($F, a = const$), которое прикладывает особь для сохранения дистанции в локальной системе координат ($U \sim |x|$), и находится суммированием по парам взаимодействующих особей (по ближайшим взаимодействующим соседям). Применяя каноническое распределение, мы используем представление о стае, как о системе, находящейся в контакте со средой при температуре T . В этом представлении особи, испытывая соударения с молекулами среды, находятся с ними в тепловом равновесии. Фактически в этом представлении предполагается, что скорости особи имеют не благодаря своей воле, а благодаря ударам со стороны молекул. Мы понимаем, что это представление ограничено, может являться лишь некоторым нулевым приближением к расчету производства энтропии, тем не менее такой *статистико-механистический подход* использовался в научной литературе. Мы находим его в *Bialek, Cavagna et al., 2012*, [9], также находим сравнение с броуновскими частицами – в *Cavagna, 2013* [12]. Описание стохастической модели стаи с флуктуациями скорости, соответствующими броуновскому движению («белому шуму»), находим в статье Семовского 1989 г., [13]. Результаты расчетов полного производства энтропии с помощью авторского приложения приведены на рис. 2а, на рис. 2б показано примерное поведение этого параметра, взятое из [14]. В статье *Crosato et al., 2019* г. [15] можно найти более глубокий анализ поведения энтропии в таких системах.

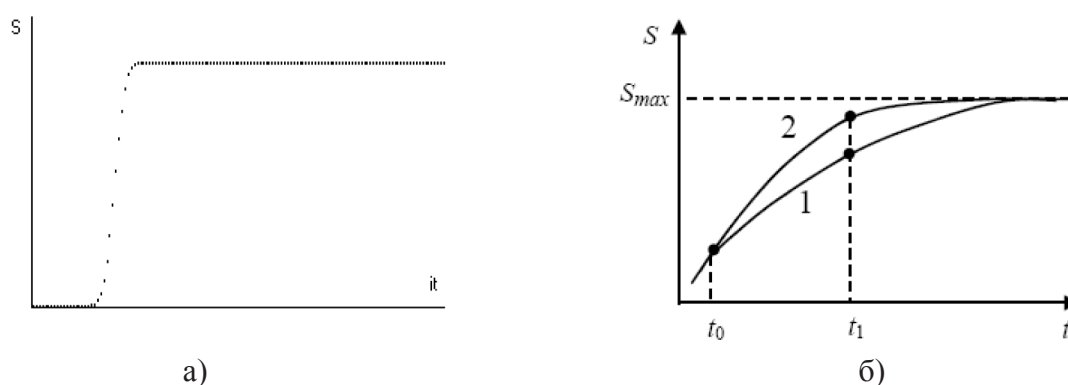


Рис. 2. а) Полное производство энтропии по результатам выполнения оригинального приложения; б) примерное поведение производства энтропии, взятое из [14]

Немаловажной частью нашего исследования явилось изучение сфер применения законов коллективного движения. Мы выяснили, что законы коллективного

движения представляют особый интерес для изучения эволюции сложных систем. Такая теория, опирающаяся на статистическую механику и информационную термодинамику, может быть применима к разнообразным явлениям коллективного движения в социологии, биологии, химии и информационных технологиях. Способ, которым летающие животные маневрируют, чтобы избегать препятствий и выбирать траектории полета, становится все более пристальным объектом исследований. Исследования навигации у животных также дают основания для разработки более надежных алгоритмов навигации на малой дистанции беспилотных воздушных систем [16; 17; 22].

В стратегическом менеджменте уделяется внимание разработке методов обеспечения устойчивого развития крупных организаций. Работы этого направления по моделированию простейшего поведения гомогенных систем связаны с процессами управления в биологических системах и направлены на использование результатов, прежде всего в социальных, социально-экономических системах, а также в системах искусственного интеллекта. Последнее направление активно развивается и уже сейчас представлено такими областями приложений, как генетические алгоритмы, многоагентное программирование, нейросети и др. [18]. В статье Патаракина [21] указывается на стайный характер образования и развития сетевых сообществ.

В работе [19] проведено исследование поведения толпы в рамках социологии и психологии с целью исследования событий, случающихся в группах людей, объединенных общей целью и функционирующих как единое целое. В таких случаях люди начинают терять свою индивидуальность и совершать поступки в рамках общего поведения толпы.

Законы коллективного движения могут найти применение в объяснении процесса распространения рака. Процессы межклеточного взаимодействия также являются важными для понимания момента зарождения опухоли. Любое моделирование возникновения и роста злокачественных образований в живой ткани организма подразумевает разработку динамической модели взаимодействия большого числа клеток [20].

Данная работа инициирована беседами с доктором физико-математических наук, профессором В.М. Логиновым, которому авторы выражают глубокую благодарность.

Библиографический список

1. Craig W. Reynolds. Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model // Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. New York, NY, USA: ACM, 1987. 1 января. P. 25–34.
2. Tamás Vicsek. Novel Type of Phase Transition in a System of Self-Driven Particles (англ.) // Physical Review Letters. 1995. 1 January (vol. 75 (vol. 6)). P. 1226–1229.
3. Paul Scharre. Autonomous Weapons and Operational Risk. Ethical Autonomy Project, February, 2016, Center for a New American Security.
4. Iain D. Couzin. Collective cognition in animal groups. Trends in Cognitive Sciences, 2008, Vol. 13. No. 1.

5. Iain D. Couzin, Jens Krause, Nigel R. Franks & Simon A. Levin. Effective leadership and decision-making in animal groups on the move. *Nature*; 433 (2005), 7025. P. 513–516.
6. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желанное и действительное // Современная мехатроника: сб. науч. трудов Всероссийской научной школы. Орехово-Зуево, 2011. С. 35–51.
7. Лю В. Методы планирования пути в среде с препятствиями (обзор) // Математика и математическое моделирование. 2018. № 01. С. 15–58.
8. Касумян А.О., Павлов Д.С. Стайное поведение рыб: монография. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2018. 274 с.
9. Bialek W., Cavagna A. et al. Statistical mechanics for natural flocks of birds. *PNAS*, 2012, vol. 109 no. 13.
10. Kennedy J. Particle Swarm Optimization. *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks IV*, 1995.
11. Shi Y., Eberhart R. A modified particle swarm optimizer. *The 1998 IEEE International Conference on Evolutionary Computation Proceedings*, 1998 г.
12. A. Cavagna, S. M. Duarte Queiro's, I. Giardina, F. Stefanini and M. Viale. Diffusion of individual birds in starling flocks. *Proceedings of the Royal Society B*, 2013, 280.
13. Семовский С.В. Стохастическая модель стаи рыб – от индивидуального поведения к групповому // Математическое моделирование. 1989. Т. 1, № 6. С. 49–55.
14. Мартюшев Л.М., Селезнев В.Д.. Принцип максимальности производства энтропии в физике и смежных областях. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 83 с.
15. Crosato E., Richard E. Spinney, Nigmatullin R., Joseph T. Lizier, M. Prokopenko. Entropy production and flux during collective motion near criticality. 2018/1/16. *Physical Review E*, V. 97, 1.
16. Ivo G. Ros. Rules to fly by: pigeons navigating horizontal obstacles limit steering by selecting gaps most aligned to their flight direction. *Journal of the Royal Society Interface* – 2017, V. 7. I.
17. Абросимов В.К. Групповое движение интеллектуальных летательных аппаратов в антагонистической среде: монография. М.: Наука, 2013. 168 с.
18. Москинова Г.И. Гомогенные системы в природе и обществе: модели самоорганизации // Системный анализ в проектировании и управлении, 2019.
19. Гребенников Р.В. Модель поведения толпы на основе локального планирования пути // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009.
20. Брацун Д.А., Захаров А.П. Математическое моделирование раковых образований при коллективном взаимодействии клеток эпителия // Вестник ПГГПУ. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. 2014. № 1.
21. Патаракин Е.Д. Стайные сетевые взаимодействия / *Educational Technology & Society*. 2005. № 8(2). ISSN 1436-4522. P. 278–288.
22. Кулинич А.А. Модели стайного поведения роботов // Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта. М.: Перо, 2016.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ В ДИСТАНЦИОННОЙ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

ORGANIZATION OF COGNITIVE ACTIVITY
OF IN PHYSICS IN A DISTANCE
EDUCATIONAL RESEARCH LABORATORY

Н.С. Подвысоцкая

N.S. Podvysotskaya

Научный руководитель С.В. Латынцев
Scientific adviser S.V. Latyncev

Учебно-исследовательская деятельность, дистанционное обучение, познавательная деятельность, организация, проект, самостоятельность.

Приведено обоснование необходимости активации познавательной деятельности учащихся в условиях дистанционного обучения. Формой достижения является выполнение проекта по физике в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории.

Educational research activity, distance learning, cognitive activity, organization, project, independence.

The rationale for the activation of cognitive activity of students in distance learning is given. The form of achievement is the implementation of a physics project in distance educational research laboratory.

Согласно ФГОС у учащихся в процессе учебной деятельности должна формироваться готовность к саморазвитию и целенаправленной познавательной деятельности. Познавательная деятельность может быть осуществлена при помощи включения школьников в проектно-исследовательскую деятельность, для того чтобы они научились самостоятельно приобретать знания и получать опыт, применяя эти знания.

В данный момент времени, обстоятельства диктуют нам необходимость внедрения дистанционного обучения в образовательный процесс. Становится актуальным и вопрос о внедрении дистанционного практико-ориентированного обучения в учебно-исследовательскую деятельность учащихся. Организация дистанционной учебно-исследовательской лаборатории направлена на формирование у учащихся учебно-познавательных умений, осуществлении взаимообучения, готовности к творческой, проектной деятельности.

Одной из проблем, возникающих при внедрении дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по физике, является отсутствие учебных программ по организации обучения такого вида.

Отсюда следует, что организация познавательной деятельности учащихся в процессе дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по физике является актуальной проблемой образования при данных обстоятельствах.

Поэтому автором статьи была разработана учебная программа для проведения внеурочной деятельности по физике в форме дистанционной учебно-исследовательской лаборатории.

Учебная программа для проведения внеурочных занятий по физике включает в себя тематическое планирование, методические рекомендации по организации занятий, планируемые результаты, и нацелена на осуществление проектно-исследовательской деятельности по теме «Эффект Магнуса». Данная тема очень интересна, так как эффект Магнуса имеет множество примеров проявления в природе и технике: образование смерчей над поверхностью океанов; подача закрученного мяча в спортивных играх как, футбол, волейбол, теннис. Мало кто знает, что эти явления описываются эффектом Магнуса. Ученики самостоятельно исследуют данный эффект и проводят эксперименты, наглядно демонстрирующие его.

Взаимодействие учащихся осуществляется на базе цифровых онлайн – платформ в режиме видеоконференции. В методических рекомендациях описаны особенности проектно-исследовательской деятельности учеников как одного возраста, так и разных возрастов. На практике была организована познавательная деятельность детей одного возраста, в состав проектной группы вошло 4 школьника. Деятельность школьников была разделена на четыре шага.

На первом организационно-подготовительном шаге учащиеся знакомятся с темой проекта, обсуждают проблемную ситуацию, определяют цели, задачи, выстраивают план дальнейшей работы.

На втором теоретическом шаге ученики сосредотачиваются на нахождении и изучении теоретических сведений об эффекте Магнуса с помощью дополнительной литературы. После чего школьники делятся полученными знаниями в формате видеоконференции. На основании полученных знаний дети определяют с тем, какие опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса, они будут выполнять.

На третьем экспериментальном шаге дети самостоятельно проводят опыты, делая фото или видео, чтобы показать получившийся эксперимент при обсуждении в видеоконференции. Результаты эксперимента должна обсуждать вся проектная группа, это поможет учащимся вникнуть в опыты, проделанные коллегами.

Четвертый шаг – заключительный, предполагает обсуждение проделанной работы и подготовку письменного и устного отчета. Результатом реализации данного шага стала разработка и дальнейшее оформление рукописи: проект: «Эффект Магнуса».

Разработка учебной программы помогла организовать исследовательскую деятельность учащихся. В ходе работы над проектом учениками были развиты следующие познавательные умения: формулировать проблемную ситуацию; определять цели, задачи; выстраивать план дальнейшей работы; слушать и понимать других, взаимодействовать внутри группы; самостоятельно искать, анализировать информацию, организовывать рабочее место: строить устный и письменный доклад о проделанной работе.

Библиографический список

1. Литовченко О.В. Познавательные умения учащихся: проблемы формирования в современной школе // «Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена»: материалы. 2012. С. 103–109.
2. Лебедева О.В., Морозов О.А., Староверова В.В. Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на внеурочных занятиях по физике в современных условиях // «Педагогическое образование в России»: материалы. 2019. С. 64–72.
3. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся: практическое пособие для работников общеобразовательных учреждений. М.: АРКТИ, 2004. 80 с.

Сведения об авторах

АНТОНОВА Елена Андреевна, магистрант СФУ; e-mail: super.wark@mail.ru

БОРМОВА Татьяна Олеговна, магистрант института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: bormova.tatyana@mail.ru

ВЫСОЦКАЯ Анна Олеговна, студентка института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: anutka_99_99@list.ru

ГРАЧЕВА Анастасия Дмитриевна, студентка института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: ms.nastyaaa00@mail.ru

ИЛЬЧУК Анастасия Владимировна, магистрант института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: Nastya_muza92@mail.ru

КАЛУГИНА Анастасия Сергеевна, студентка института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: klgnsns@yandex.ru

КЕМПФ Надежда Александровна, студентка III курса ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: kempfdada@gmail.com

КОСТЕРЕВА Дарья Викторовна, студентка института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: kostereva98@inbox.ru

КОСТИНА Анна Валерьевна, студентка IV курса института математики, физики, информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева,

стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; email: alekseykovalevs@mail.ru

КУДРЯШОВ Андрей Юрьевич, магистрант института математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: ndrey95@mail.ru

КУЦЕЙКО Ксения Алексеевна, студентка института математики, физики и информатики, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: ksyu.ksyu.alekseeva@mail.ru

ЛАТЫНЦЕВ Сергей Васильевич, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: serg-44117@mail.ru

ЛИПКО Владлена Дмитриевна, студентка III курса ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: likolad95@mail.ru

МАШУКОВА Оксана Сергеевна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: MaShukova.oxana@yandex.ru

МИХАСЕНОК Надежда Иосифовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: mihasenok@mail.ru

МИЧУРИНА Дарья Сергеевна, студентка III курса института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: darya.michurina.99@mail.ru

ОРЛОВ Виталий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, научный сотрудник лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского, зав. кафедрой экспериментальной физики и инновационных технологий СФУ; e-mail: orlhome@rambler.ru

ОРЛОВ Никита Витальевич, учащийся 9б класса МАОУ СОШ № 145, г. Красноярск; e-mail: nikitanihilanth@mail.ru

ОРЛОВА Ирина Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике КГПУ им. В.П. Астафьева, руководитель стажировочной площадки лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: bondhome@mail.ru

ПЕРЕВАЛОВА Лидия Викторовна, студентка III курса ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: lidia.perevalova@mail.ru

ПОДВЫСОТСКАЯ Наталья Сергеевна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: n.podvysotskaya@yandex.ru

ПОЛОВИНКИНА Валерия Вячеславовна, студентка III курса ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: lera.polovinkina.2000@mail.ru

ПРОКОПЬЕВА Надежда Владимировна, старший преподаватель кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: nv07@yandex.ru

РАПОТА Александра Евгеньевна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: rapota.sasha@yandex.ru

РАСПОПИНА Валерия Викторовна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: raspopina.lera@mail.ru

САМСОНОВ Константин Геннадьевич, студент института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: kostya.samsonov.11@bk.ru

САРАНГОВ Сергей Владимирович, аспирант кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: exciton82@mail.ru

СПИРИДОНОВ Дмитрий Александрович, студент института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: dmitrij.spiridonov.98@mail.ru

СУХАЦКАЯ Ульяна Сергеевна, студентка III курса института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева; стажер лаборатории проблем учебно-физического эксперимента им. Л.В. Киренского; e-mail: ulya1999uuu@gmail.com

ТЕСЛЕНКО Валентина Ивановна, доктор педагогических наук, профессор кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: timof_kspu@mail.ru

ТРУБИЦИН Денис Иванович, аспирант кафедры физики твердого тела и нанотехнологий; Сибирский федеральный университет; e-mail: denisko.freeman@yandex.ru

ТРУБИЦИНА Елена Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: eltrubicina@yandex.ru

ФЛЁРОВ Игорь Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики твердого тела и нанотехнологий, Сибирский федеральный университет; e-mail: flerov@iph.krasn.ru

ЧЕРЕМНОВА Татьяна Вениаминовна, магистрант института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: cheremnova.96@mail.ru

ЧИГАНОВ Андрей Семёнович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, директор института математики, физики и информатики; e-mail: chiganov58@mail.ru

ЧУРИЛОВА Юлия Георгиевна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: yulya.churilova.1999@mail.ru

ШАТАЛОВА Олеся Сергеевна, магистрант кафедры физики и методики обучения физике института математики физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: shatalovalisa@gmail.com

ШКУРАТОВА Гелиана Евгеньевна, студентка института математики, физики, информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; e-mail: gelianasb@mail.ru

Молодежь и наука XXI века

XXI Международный форум студентов,
аспирантов и молодых ученых

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА В СИСТЕМЕ ШКОЛЬНОГО
И ВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы III Всероссийской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и аспирантов

Красноярск, 22 мая 2020 г.

Электронное издание

Редактор *Ж.В. Козутица*
Корректор *А.П. Малахова*
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.
Редакционно-издательский отдел КГПУ им. В.П. Астафьева,
т. 217-17-52, 217-17-82

Подготовлено к изданию 15.06.20.
Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 13,1