

Научная статья**УДК 372.853****DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1084****Nikolai Fedorovich Kosarev**

Candidate of Pedagogy,
Associate Professor of the Department of Physics
and Nanotechnology,
Akmulla Bashkir State Pedagogical University
Ufa, Russian Federation
nkosarev@yandex.ru

Николай Федорович Косарев

канд. пед. наук,
доцент кафедры физики и нанотехнологий,
Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы
Уфа, Российская Федерация
nkosarev@yandex.ru

Yulia Yurievna Arisova

5th year student of the Institute of Physics,
Mathematics, Digital and Nanotechnologies,
field of training 44.03.05 — Pedagogical education
with two profiles of training:
“Mathematics and physics”,
Akmulla Bashkir State Pedagogical University
Ufa, Russian Federation
juluaarisova@gmail.com

Юлия Юрьевна Арисова

студент 5-го курса Института физики,
математики цифровых и нанотехнологий,
направление подготовки 44.03.05 — Педагогическое образование
с двумя профилями подготовки: «Математика и физика»,
Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы
Уфа, Российская Федерация
juluaarisova@gmail.com

ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ ЦИФРОВЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

5.8.2 — Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)

Аннотация. В настоящее время в связи с развитием информационных технологий становится более актуальным их использование как средств обучения. Одним из таких средств являются цифровые лаборатории, позволяющие проводить более точные и наглядные эксперименты. На занятиях по физике эксперимент дает возможность обучающимся решать широкий круг задач, а экспериментальные задачи являются одним из методов реализации теории и практики. В рамках такого типа задач применяются данные, полученные в ходе проведения эксперимента в целях вывода других параметров. Одной из основных характеристик экспериментальной задачи выступает невозможность постановки и ее решения без эксперимента.

Цифровые лаборатории являются инновационным учебным оборудованием для проведения широкого круга исследований естественнонаучного направления. Их применение значительно повышает наглядность, точность и удобство обработки данных, полученных в ходе проведения эксперимента, что позволяет процессу обучения становиться более ориентированным на понимание природы явлений. Экспериментальные задачи, поставленные средствами цифровых

лабораторий, обладают рядом преимуществ: решение традиционных проблем физического эксперимента с новой точки зрения и вывод даже элементарных задач на исследовательский уровень; расширение списка возможных экспериментов; стимуляция активной научно-исследовательской деятельности учащихся, что в свою очередь способствует повышению не только повышению мотивации и глубокому интересу к изучению физики, но возрастанию уровня знаний.

В статье рассматривается проблема недостаточной разработки методики и постановки экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий. В ходе исследования были использованы такие методы, как анализ психолого-педагогической и методической литературы, изучение способов и приемов постановки экспериментальных задач, моделирование.

Ключевые слова: эксперимент, цифровые лаборатории, экспериментальные задачи, постановка экспериментальных задач, обучение физике, методика постановки задач, обучение решению экспериментальных задач, разработка методики, цифровые лаборатории как средство обучения, формы образовательного процесса

Для цитирования: Косарев Н. Ф., Арисова Ю. Ю. Постановка экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 3(68). С. 451—456. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1084.

Original article

SETTING UP EXPERIMENTAL PROBLEMS USING DIGITAL LABORATORIES

5.8.2 — Theory and methodology of training and education (by areas and levels of education)

Abstract. Nowadays, due to the development of information technologies, their use as teaching tools is becoming more relevant. Among such means are digital laboratories, which allow conducting more accurate and visual experiments. In physics classes, experimentation enables students to solve a wide range of problems, and experimental tasks are one of the methods of

theory and practice realization. This type of problems applies data from an experiment to infer other parameters. One of the main characteristics of an experimental problem is the impossibility of setting and solving it without experimentation.

Digital laboratories are innovative educational equipment for a wide range of natural science research. Their use significantly

increases the visibility, accuracy and convenience of data processing obtained during the experiment, which allows the learning process to become more oriented towards understanding the nature of phenomena. Experimental tasks set by means of digital laboratories have a number of advantages: solving traditional problems of physical experiment from a new point of view and bringing even elementary problems to the research level; expanding the list of possible experiments; stimulation of active research activity of students, which in turn contributes not only to increasing motivation and deep interest in the study of physics, but also to increasing the level of knowledge.

For citation: Kosarev N. F., Arisova Yu. Yu. Setting up experimental problems using digital laboratories. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2024;3(68):451—456. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1084.

Введение

Практика применения цифровых технологий в образовательном процессе по физике заключается в существенном расширении эффективности школьных экспериментальных работ, как активной формы образовательного процесса, что дает мотивировать умственную и познавательную деятельность обучающихся. С каждым днем становится всё более актуальным использование информационных технологий как средств обучения, и одними из таких средств являются цифровые лаборатории, позволяющие проводить более точные и наглядные эксперименты. Экспериментальные установки, в которых применяются цифровые лаборатории, уникальны тем, что позволяют вести эксперимент без участия исследователя. Помимо этого, они способны представлять результаты исследования в виде показаний приборов, графиков и таблиц. Немаловажным фактом является и то, что датчики цифровых лабораторий обладают способностью регистрировать параметры неподвластные человеческому восприятию. Во время работы с цифровыми лабораториями у учащихся создаются представления о методах физического анализа, формируются умения работы с графиками, изображениями, конкретными вещественными установками [1]. Если же говорить о требованиях, выдвигаемых федеральным государственным образовательным стандартом по изучению физики в школе, которые подразумевают проведение опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов [2], данный подход в полном объеме соответствует им.

Изученность проблемы. Обзор современной литературы показывает, что по большей части внимание уделяется либо цифровым лабораториям и их дидактическим возможностям, либо экспериментальным задачам, но поставленным с помощью традиционного практикума. В работах Е. В. Замираловой [3], И. В. Гребенева, С. В. Полушкиной, А. В. Шерстневой [4], Т. В. Клеветовой, А. Ю. Зубарева [5] рассматриваются цифровые лаборатории и их преимущества при введении в практику преподавания физики, а также учитывается применение цифрового практикума при решении экспериментальных заданий формата ЕГЭ. В работе Н. И. Слепневой [6] идет речь о экспериментальной проверке задач при помощи цифровой лаборатории «Архимед». В представленных выше работах также упоминается о лабораторном практикуме, но в большинстве случаев очень мало информации именно о экспериментальных задачах, поставленных с помощью цифрового практикума. Также стоит отметить, что в работах И. В. Бурковой [7],

This article deals with the problem of insufficient development of methodology and setting of experimental tasks by means of digital laboratories. In the course of the research, we used such methods as analysis of psychological, pedagogical and methodological literature, study of methods and techniques of setting experimental tasks, modeling.

Keywords: *experiment, digital laboratories, experimental problems, experiment setting, teaching physics, methodology of problem setting, teaching experimental problem solving, methodology development, digital laboratories as a teaching tool, forms of educational process*

Н. Ю. Деминной, Р. Р. Хайруллиной [8], Е. Л. Антифеевой [9], И. С. Башкатовой [10] рассматриваются экспериментальные задачи, их применение в обучении физики и формирование исследовательских компетенций с их помощью, но все задачи, представленные в примерах, поставлены с помощью традиционного оборудования.

Проблема методики обучения решению экспериментальных задач изучена довольно подробно и широко такими авторами, как С. С. Мошков, А. В. Перышкин, И. Г. Антипин, С. Е. Каменецкий, А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева [11] и др. Данные авторы говорят именно о экспериментальной задаче, поставленной с помощью традиционного оборудования, и ее решении с его помощью. В одном из фундаментальных пособий под редакцией А. В. Перышкина, В. А. Фабриканта и В. Г. Разумовского рассмотрены примеры экспериментальных задач и описывается методика их решения (см.: [12]). Но в данном пособии нет однозначного определения экспериментальных задач, приводятся их примеры и описывается методика решения. Стоит учесть, что с некоторыми цифровыми лабораториями поставляются и методические рекомендации с демонстрационными экспериментами, тем не менее не все эксперименты возможно поставить по ним, что свидетельствует о необходимости доработки методических основ.

Актуальность работы определяется противоречиями между: 1) перспективным расширением возможностей, предоставляемых цифровыми лабораториями и недостаточной разработкой методики их применения; 2) развитием технических интерактивных средств обучения и недостаточной разработкой методики их использования в процессе обучения.

Данное противоречие определяют **проблему и целесообразность** разработки темы, состоящей в недостаточной разработке методики и постановке экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий.

Целью исследования является разработка методики постановки и обучения решению экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий.

Для ее достижения были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать методику обучения решению экспериментальных задач и изучить способы и приемы постановки экспериментальных задач.

2. Разработать методику постановки и обучения решению экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий.

Научная новизна данной работы заключается в определении методической возможности цифровых лабораторий при постановке экспериментальных задач. Полученные результаты могут способствовать расширению практических знаний в области методики преподавания физики.

Теоретическая значимость заключается в обобщении и теоретическом обосновании имеющегося представления о цифровых лабораториях и методики постановки экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования его результатов в обучении физики учащихся 7—11 классов, в целях возрастания мотивации и интереса к изучению физики, что повышает уровень знаний учащихся по физике.

Методология и методы исследования. В процессе исследования применялись теоретические методы (изучение и анализ психолого-педагогической и методической литературы, обобщение научных разработок, моделирование) и эмпирические методы (подбор оборудования, постановка экспериментальных задач).

Основная часть

Большую роль в преподавании физики играет эксперимент, поскольку именно через него осуществляется контакт обучающихся с природой, которая является объектом изучения. Также эксперимент на занятиях по физике дает возможность обучающимся решать широкий круг задач, а их решение является одним из методов осуществления взаимосвязи теории и практики [13; 14]. Ключевое условие, подчеркивающие специфику экспериментальных задач — их связанность с экспериментом, т. е. невозможность постановки и решения задачи без эксперимента.

Экспериментальные задачи представляют универсальность в применении на различных этапах образовательного процесса. Что свидетельствует о том, что их использование будет иметь различные цели, методы и задачи, отличающиеся в разных частях урока.

План работы осуществления постановки экспериментальных задач состоит из следующих этапов:

- 1) определить дидактическую цель задачи и ее место в структуре урока;
- 2) сформулировать, какие явления или свойства вещества будут использованы в экспериментальной установке;
- 3) определить элементы экспериментальной установки и разработать схему;
- 4) определить параметры установки и подобрать оборудование исходя из их дидактических возможностей;
- 5) собрать установку и продумать ее расположение на демонстрационном столе.

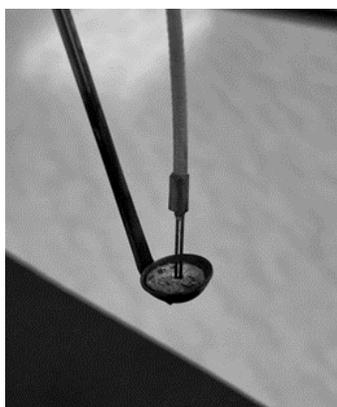


Рис. 1. Фотография датчика температуры термодарного в расплавленном олове

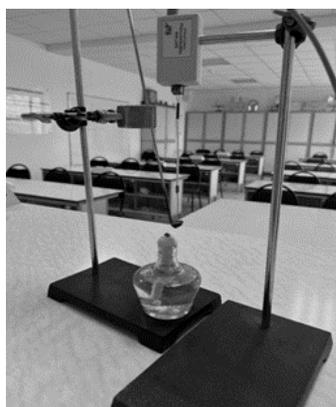


Рис. 2. Фотография установки

Каждая экспериментальная установка готовится заблаговременно.

Следует отметить, что при постановке экспериментальных задач с помощью цифровых лабораторий возможны некоторые трудности: плохой контакт подключения датчика к компьютеру; выставление нулевого уровня; подбор необходимых условий, чтобы датчик считывал более точно.

Исходя из выше перечисленных этапов вытекает содержание операций и их последовательность в решении и оформлении решения экспериментальной задачи с помощью средств цифровых лабораторий [15]:

1. Постановка задачи.
2. Анализ условия.
3. Измерения (для количественных задач).
4. Расчет (для количественных задач).
5. Опытная проверка ответа.

В ходе проведения исследований были разработаны восемь экспериментальных задач по разделу «Термодинамика»:

1. Определение удельной теплоемкости металла.
2. Скорость нагревания чистой воды и воды с железной стружкой
3. Теплопроводность металла.
4. Определение удельной теплоемкости жидкого олова и удельной теплоты плавления олова.
5. Определение теплоты сгорания топлива.
6. Смешивание горячей и холодной воды
7. Определение КПД электрического нагревателя
8. Моделирование остывания жирного и постного супа.

Приведем примеры разработанных задач.

Формулировка задачи: с помощью датчика температуры термодарного определить удельную теплоемкость жидкого олова и удельную теплоту плавления олова.

Оборудование: штатив с муфтой, штатив с лапкой, тигель (ложечка для плавления), датчик температуры термодарный (0—1000 °C), олово, спиртовка, спички.

Ход выполнения работы:

1. Перед началом проведения эксперимента, необходимо расплавить олово и поставить в него датчик температуры (рис. 1).
2. Собрать установку, как показано на фотографии (рис. 2).
3. Открыть программу «Практикум», нажать пуск . Нагреть спиртовкой олово до жидкого состояния. Не останавливая программу, убрать спиртовку, чтобы олово остывало.
4. Через некоторое время остановить программу , снять показания датчика (рис. 3).

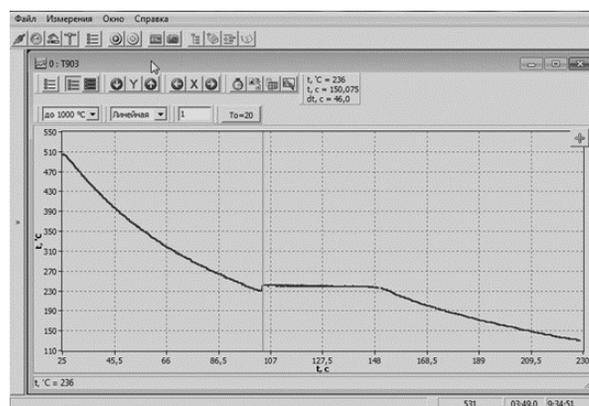


Рис. 3. Показания датчика температуры термодарного

5. *Решение задачи:* Вывод формулы для удельной теплоты плавления:

$$P = \frac{Q}{\tau} = const,$$

$$\frac{\lambda m}{\tau_1} = \frac{c_{\tau} m \Delta t}{\tau_2},$$

где τ_1 и τ_2 , время кристаллизации и время остывания;

$$\lambda = \frac{c_{\tau} \Delta t \tau_1}{\tau_2},$$

$$\lambda = \frac{0,23 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 16^\circ\text{C} \cdot 46\text{с}}{6,1\text{с}} = 27,75 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Вывод формулы для удельной теплоемкости жидкого олова:

$$\frac{c_{\text{ж}} m \Delta t_{\text{ж}}}{\tau_1} = \frac{c_{\tau} m \Delta t_{\tau}}{\tau_2},$$

$$c_{\text{ж}} = \frac{c_{\tau} \Delta t_{\tau} \tau_1}{\Delta t_{\text{ж}} \tau_2},$$

$$c_{\text{ж}} = \frac{226 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 13^\circ\text{C} \cdot 7,56\text{с}}{16^\circ\text{C} \cdot 6,1\text{с}} = 227,57 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

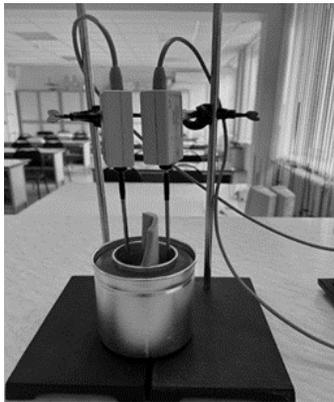


Рис. 4. Фотография установки

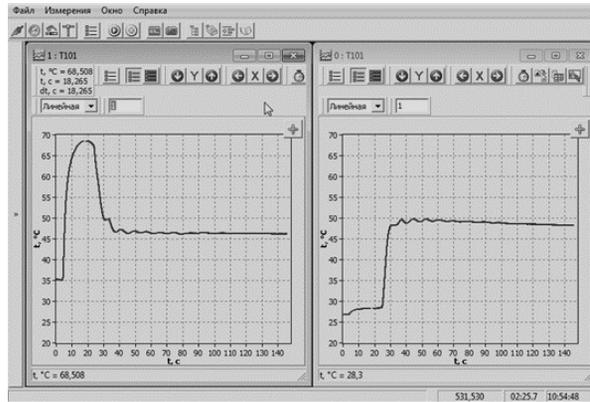


Рис. 5. Показания датчика температуры

4. *Решение задачи:* При смешивании горячей и холодной воды происходит теплообмен, т. е. количество теплоты, выделившееся горячей водой, равно количеству теплоты, поглощенной холодной водой.

$$Q = cm\Delta t,$$

$$c m_{\tau} (t_{\tau} - t_{\text{см}}) = c m_{\text{x}} (t_{\text{см}} - t_{\text{x}}),$$

$$c m_{\tau} t_{\tau} - c m_{\tau} t_{\text{см}} = c m_{\text{x}} t_{\text{см}} - c m_{\text{x}} t_{\text{x}},$$

$$m_{\tau} t_{\tau} - m_{\tau} t_{\text{см}} = m_{\text{x}} t_{\text{см}} - m_{\text{x}} t_{\text{x}},$$

$$m_{\tau} t_{\tau} + m_{\text{x}} t_{\text{x}} = m_{\tau} t_{\text{см}} + m_{\text{x}} t_{\text{см}},$$

$$m_{\tau} t_{\tau} + m_{\text{x}} t_{\text{x}} = t_{\text{см}} (m_{\tau} + m_{\text{x}}),$$

$$t_{\text{см}} = \frac{m_{\tau} t_{\tau} + m_{\text{x}} t_{\text{x}}}{m_{\tau} + m_{\text{x}}},$$

$$t_{\text{см}} = \frac{0,05 \cdot 68,508 + 0,05 \cdot 28,3}{0,05 + 0,05} = 48,404^\circ\text{C}.$$

Формулировка задачи: определить КПД электрического нагревателя с помощью датчиков тока, напряжения и температуры.

Следует отметить, что интервалы времени при остывании жидкого и твердого олова необходимо брать небольшими в районе процесса кристаллизации, чтобы мощность теплоотдачи можно было считать постоянной.

Удельная теплота плавления олова не сходится с табличными значениями в связи с тем, что невозможно корректно определить время кристаллизации олова. По показаниям датчика видно начало и конец кристаллизации, но точно определить время сложно из-за ее неравномерности.

Есть задачи, в которых показания снимаются длительное время, приведем пример этой задачи.

Формулировка задачи: определить конечную температуру смеси, при смешивании горячей и холодной воды

Оборудование: штатив с муфтой, калориметр, теплоизолирующий материал, датчики температуры, горячая и холодная вода.

Ход выполнения работы:

1. Соберем установку (рис. 4). 2. Открыть программу «Практикум», нажать пуск . Налить одинаковое количество ($m = 50$ г) холодной и горячей воды в разные отсеки. После фиксирования датчиками температуры воды, убрать теплоизолирующий материал, чтобы вода перемешалась.

3. Остановить программу , снять показания датчика. Желтым флажком отметить начальную и конечную температуры (рис. 5).

Оборудование: штатив с муфтой, датчик температуры (0—120 °), датчик тока, датчик напряжения, калориметр, источник тока, соединительные провода, вода — 150 мл.

Ход выполнения работы:

1. Собрать установку, как показано на фотографии (рис. 6). 2. Открыть программу «Практикум», нажать . Включить источник питания, подать ток около 2 А. Подождать 30 мин, чтобы вода в калориметре нагрелась, после чего отключить источник питания. 3. Остановить программу , снять показания датчика. Желтым флажком отметить начальную и конечную (после отключения источника питания) температуру (рис. 7).

Решение задачи: Для начала необходимо найти среднее значение напряжения и силы тока.

$$U_{\text{ср}} = 6,12 \text{ В}, I_{\text{ср}} = 1,805 \text{ А},$$

$$\eta = \frac{cm\Delta t}{IU\tau},$$

$$\eta = \frac{4200 \cdot 0,15 \cdot (48,631 - 23,608)}{1,805 \cdot 6,12 \cdot 1800} = 0,793 \cdot 100\% = 79,3\%.$$

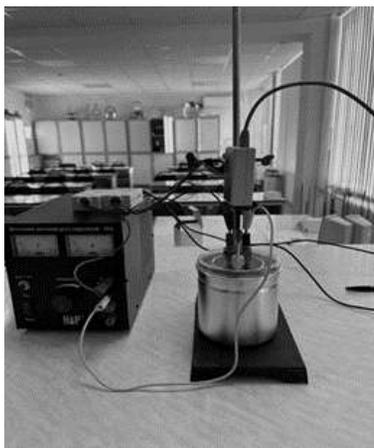


Рис. 6. Фотография установки

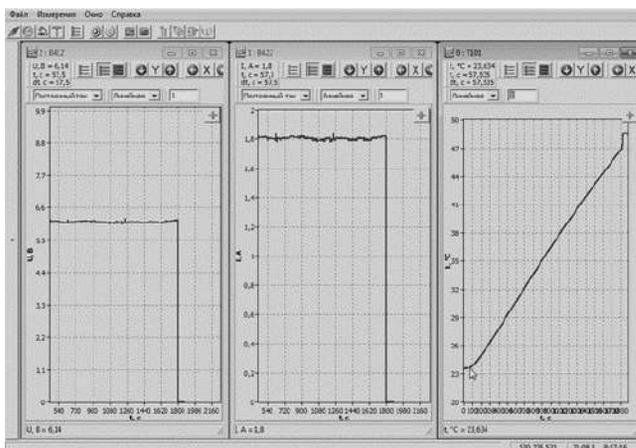


Рис. 7. Показания датчиков

Заключение

Экспериментальным задачам в образовательном процессе всегда отводилась важная роль. С учетом нынешних реалий более актуально применять цифровые лаборатории для постановки и решения данного типа задач. Экспериментальные задачи, поставленные средствами цифровых лабораторий, обладают широким спектром преимуществ, и одним из них является повышение интереса и мотивации к научно-

следовательской деятельности учащихся, а также возрастание уровня знаний. Не менее важно отметить решение традиционных проблем физического эксперимента с новой точки зрения и вывод даже элементарных задач на исследовательский уровень. Разработанные нами задачи и методика их постановки и обучения решению средствами цифровых лабораторий ориентированы на освоение знаний учащимися и активную умственную и познавательную деятельность обучающихся.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Косарев Н. Ф., Шуматбаева Э. В. Активное целеполагание на занятиях по физике средствами цифровых лабораторий // Казанская наука. 2016. № 12. С. 172—174.
2. Косарев Н. Ф., Шуматбаева Э. В. Цифровые лаборатории как средство реализации ФГОС на занятиях по физике // Казанская наука. 2016. № 6. С. 79—81.
3. Замиралова Е. В. Использование цифровых лабораторий на уроках физики в ГБОУ СПО (ССУЗ) «Челябинский механико-технологический техникум» // Инновационное развитие профессионального образования. 2014. № 2(06). С. 35—37.
4. Гребенев И. В., Полушкина С. В., Шерстнева А. В. Диагностика экспериментальных умений учащихся в формате ЕГЭ с использованием цифровых физических лабораторий // Нижегородское образование. 2020. № 2. С. 33—38.
5. Клеветова Т. В., Зубарев А. Ю. Применение цифровых лабораторий и цифровых датчиков на уроках физики // Актуальные вопросы современной науки и образования : сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза : Наука и Просвещение, 2021. С. 15—17.
6. Слепнева Н. И. Экспериментальная проверка качественных задач по физике на основе применения цифровой лаборатории Архимед // Проблемы современного образования. 2013. № 3. С. 102—105.
7. Буркова И. В. Экспериментальные задачи // Физика. 2009. № 24. С. 16—18.
8. Демина Н. Ю., Хайруллина Р. Р. Экспериментальные задачи для учащихся в процессе обучения физике // StudNet. 2020. № 2. С. 292—302.
9. Антифеева Е. Л. Формирование исследовательских компетенций обучающихся посредством решения экспериментальных задач по физике // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 4(89). С. 170—171.
10. Башкатова И. С. Значение применения экспериментальных задач качественного характера на уроках физики для активизации учебно-познавательной деятельности учащихся общеобразовательной школы // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2009. № 3. С. 18—24.
11. Тулькибаева Н. Н. Решение задач в процессе обучения как вид учебной деятельности // Вестник Учебно-методического объединения по профессиональному педагогическому образованию. 2000. Вып. 2(27). С. 84—92.
12. Кудинов В. В., Даммер М. Д. Экспериментальные задачи и задания: понятия и классификации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2010. № 23. С. 75—81.
13. Тарасова Н. М., Петрова Р. И. Обучение физике в профильных классах путем решения экспериментальных задач // Концепт. 2018. № V3. С. 51—55. DOI: 10.24422/MCITO.2018.V3.11565.
14. Арисова Ю. Ю., Косарев Н. Ф. Постановка экспериментальных задач средствами цифровых лабораторий // Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании : спутник Междунар. науч. конф. «Уфимская осенняя математическая школа-2023» : тез. докл. XIV Междунар. шк.-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Уфа : Уфим. ун-т науки и технологий, 2023. Ст. 186.
15. Ермакова Е. В., Власкина А. И. Физические задачи как один из способов формирования валеологической культуры школьников // Концепт. 2017. Т. 39. С. 646—650. URL: <http://e-koncept.ru/2017/970456.htm> (дата обращения: 15.04.2024).

REFERENCES

1. Kosarev N. F., Shumatbaeva E. V. Active goal setting in the classroom by means of digital physics laboratories. *Kazanskaya nauka*. 2016;12:172—174. (In Russ.)
2. Kosarev N. F., Shumatbaeva E. V. Digital laboratory as a means of implementation for GEF lessons in physics. *Kazanskaya nauka*. 2016;6:79—81. (In Russ.)
3. Zamiralova Ye. V. The use of digital laboratory on physics lessons at Chelyabinsk Mechanics and Technological College. *Innovatsionnoe razvitiye professional'nogo obrazovaniya = Innovative development of vocational education*. 2014;2(06):35—37. (In Russ.)
4. Grebenev I. V., Polushkina S. V., Sherstneva A. V. Experimental skills of students' diagnostic in unified state exam format with digital physical laboratories using. *Nizhegorodskoe obrazovanie = Education in Nizhny Novgorod*. 2020;2:33—38. (In Russ.)
5. Klevetova T. V., Zubarev A. Yu. Application of digital laboratories and digital sensors in physics lessons. *Aktual'nye voprosy sovremennoi nauki i obrazovaniya = Actual issues of modern science and education. Collection of articles of VIII international scientific and practical conference*. Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2021:15—17. (In Russ.)
6. Slepneva N. I. Experimental verification of qualitative tasks in physics based on the use of digital laboratory Archimedes. *Problemy sovremennogo obrazovaniya = Problems of modern education*. 2013;3:102—105. (In Russ.)
7. Burkova I. V. Experimental tasks. *Fizika*. 2009;24:6—18. (In Russ.)
8. Demina N. Yu.; Khairullina R. R. Experimental tasks for students in the process of teaching physics. *StudNet*. 2020;2:292—302. (In Russ.)
9. Antifeeva E. L. Forming research competences of students by solving experimental problems in physics. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The world of science, culture and education*. 2021;4(89):170—171. (In Russ.)
10. Bashkatova I. S. Significance of the application of experimental tasks of qualitative nature in physics lessons to activate the learning and cognitive activity of students of general education school. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta = Herald of South-Ural State Humanities-Pedagogical University*. 2009;3:18—24. (In Russ.)
11. Tulkibaeva N. N. Problem solving in the learning process as a type of learning activity. *Vestnik Uchebno-metodicheskogo obyedineniya po professional'no-pedagogicheskomu obrazovaniyu*. 2000;2(27):84—92. (In Russ.)
12. Kudinov V. V., Dammer M. D. Experimental tasks and assignments: concepts and classifications. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie. Pedagogicheskie nauki = Bulletin of the South Ural state university. Series: Education. Pedagogy*. 2010;23:75—81. (In Russ.)
13. Tarasova N., Petrova R. Teaching physics in specialized classes by solving experimental problems. *Koncept*. 2018;V3: 51—55. (In Russ.) DOI: 10.24422/MCITO.2018.V3.11565.
14. Arisova Yu. Yu., Kosarev N. F. Staging of experimental tasks by means of digital laboratories. *Fundamental'naya matematika i ee prilozheniya v estestvoznanii = Fundamental Mathematics and its Applications in Natural Science. Satellite of the International Scientific Conference 'Ufa Autumn Mathematical School-2023'. Abstracts of XIV international school-conference of students, postgraduates and young scientists*. Ufa, Ufa University of Science and Technology publ., 2023:186. (In Russ.)
15. Ermakova E. V., Vlaskina A. I. Physical tasks as one of the ways to form a valeological culture of schoolchildren. *Koncept*. 2017;39:646—650. (In Russ.) URL: <http://e-koncept.ru/2017/970456.htm> (accessed: 15.04.2024).

Статья поступила в редакцию 10.06.2024; одобрена после рецензирования 23.07.2024; принята к публикации 29.07.2024.
The article was submitted 10.06.2024; approved after reviewing 23.07.2024; accepted for publication 29.07.2024.