

ISSN 2307-5457	<p>НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ</p>  <p>УЧЕБНАЯ ФИЗИКА</p> <p>Январь - март 2021 №1</p> <p>Издается с января 1997 года</p>
<i>Primum inter pares</i>	
Материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции	
„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения“	

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

А. Р. Аржаник Ю. В. Богданова А. Е. Масалов	МАШИНЫ ГОЛДБЕРГА В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МЕХАНИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ ... 3
Т. С. Гейт Д. А. Семенов Ф. А. Сидоренко	ПРЯМОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ КАРТЕЗИАНСКОГО ВОДОЛАЗА 9

Старшая школа

В. В. Майер Е. И. Вараксина Ю. А. Корнев	АБСОЛЮТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ БАКАЛАВРИАТА ... 13
В. В. Майер Е. И. Вараксина И. А. Васильев	БЕЗОПАСНЫЙ, МАЛОМОЩНЫЙ И ПРОСТОЙ УДВОИТЕЛЬ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ 26

Высшая школа

В. А. Саранин	ИЗОТЕРМА ИЛИ АДИАБАТА? 29
С. А. Герасимов	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ТЕМНОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ В ЖИДКОСТИ 31

Науковедение

Ю. А. Сауров	ЕЩЕ РАЗ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗНАНИЙ И О ПОНИМАНИИ В ОБУЧЕНИИ 36
--------------	---

Исследования

П. В. Зуев Е. С. Кошечева	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ	42
Е. И. Вараксина	НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	46
АВТОРЫ ЖУРНАЛА		67
ABSTRACTS		68

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

В. Е. Антонов	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Л. Д. Григорьева	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
С. С. Назин	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член–корр. РАО, Киров
Э. В. Суворов	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов

Оргкомитет конференции:

М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. В. Иванов	к.п.н., доцент, Глазов
Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов,

Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5–32–29.

E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 12.05.21. Подписано в печать 15.06.21. Дата выхода в свет: 28.06.21. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,25.

Заказ 145. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Исследование картезианского водолаза (см. статью: Гейт Т. С., Семенов Д. А., Сидоренко Ф. А. Прямое измерение критической глубины погружения картезианского водолаза, с. 9–12).

УДК 372.853:531/534

А. Р. Аржаник, Ю. В. Богданова, А. Е. Масалов
**МАШИНЫ ГОЛДБЕРГА В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ
ПО МЕХАНИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

Предлагается методика применения машин Голдберга в физическом практикуме средней школы.

Ключевые слова: физический практикум, машины Голдберга.

Определим, опираясь на одноименный курс просветительского проекта Лекториум [1], что машина Голдберга — это система, которая выполняет заведомо простое действие максимально сложным образом. Названы такие машины по имени американского художника-карикатуриста и изобретателя Руба Голдберга. Машины Голдберга отличаются от обычных механизмов тем, что имеют абсурдную сложность и зрелищность. Приветствуется юмор и видность каждого шага (цепочки) работы такой машины. Оригинальные машины Голдберга затягивают зрителя и не позволяют оторвать взгляд. По умолчанию считается, что создание машины Голдберга — командная задача, хотя встречаются энтузиасты-одиночки, которые создают уникальные конструкции, например [2]. В настоящее время создание машин Голдберга набирает популярность в России, проводятся российские и международные соревнования среди студентов и школьников по конструированию машин Голдберга [3].

В научной литературе с 2018 года появляются публикации по использованию машин Голдберга в образовательных целях, прежде всего во внеурочных мероприятиях и на уроках физики и технологии. Привлекательность машин Голдберга как демонстрационного эксперимента отмечается в работе [4], авторы которой создали плоскую машину Голдберга, демонстрирующую превращение механической энергии. В работе отмечается, что разработка и демонстрация машины Голдберга на уроках физики и в школьной лаборатории позволяют повысить мотивацию обучающихся к изучению физики, предполагают наличие немалых знаний математики, технологии и развивают инженерное мышление.

Описание преимуществ использования машин Голдберга на уроках физики и во внеурочной деятельности с целью популяризации физико–математического и инженерного образования приведено в работах С. Р. Китенко [5, 6]. В работе [6] показано, что абсолютное большинство обучающихся проявило интерес к выполнению контрольного задания, содержащего рисунок машины Голдберга. В работе [5] отмечается, что возможно использование проектирования элементов машины Голдберга на лабораторных работах по разделу физики «Кинематика».

В нашей работе мы предлагаем использовать машины Голдберга при проведении физического практикума в 7 классе. Практикум является заключительным этапом при изучении основных разделов механики в 7 классе. В процессе выполнения лабораторных работ повторяются и закрепляются знания по работе простых механизмов, закону сохранения механической энергии, «золотому правилу» механики. Работы практикума выполняются в течение 7 часов.

Планируя практикум с использованием машин Голдберга, необходимо при изучении теоретических разделов демонстрировать обучающимся работу и особенности простых механизмов (наклонная плоскость, клин, рычаг, подвижный блок, катапульта, пружинный пистолет) и делать акцент на них при решении задач. Таким образом, к концу учебного года обучающиеся получают необходимые знания о простых механизмах и смогут использовать данные механизмы в качестве конструктивных элементов машины Голдберга. Двигающимися элементами машины могут быть бруски, шарики и цилиндры, а также машинки и другие игрушки, которые обучающиеся могут подобрать самостоятельно. Для обеспечения видности и безопасности двигающиеся (особенно летающие) элементы не должны быть слишком маленькими и/или иметь слишком большую скорость.

Безопасности работ следует уделить особое внимание, объяснив обучающимся правила поведения и требования безопасности во время проведения работы в лаборатории. Игровой аспект при создании машины Голдберга является ценным при проведении предлагаемого практикума, поэтому вначале необходимо дать возможность обучающимся «поиграть» с простыми механизмами, используя их с различными двигающимися элементами, в том числе с подобранными обучающимися самостоятельно. Например, многократно используя наклонную плоскость, определить наибольшее и наименьшее время спуска, сравнив все имеющиеся двигающиеся элементы или подобрать подходящий угол наклона для спуска каждого элемента. Таким образом, благодаря «правилам» игры и выбору ее направления будет обеспечиваться безопасность на практикуме.

Для успешной работы обучающихся необходимо подготовить место для монтажа машины Голдберга, а также место для хранения оборудования и материалов и рабочее место для рисования и расчетов, сбора и тестирования элементов машины. Можно ограничить творчество обучающихся, задав объем готовой машины, например, собрав конструкцию в виде параллелепипеда из алюминиевых уголков. Этот параллелепипед может нести не только ограничивающую функцию, но и быть несущей конструкцией для элементов машины. Машина может быть двумерной, тогда для ее создания необходима плоскость с ограничителями, такая машина может располагаться на стене, быть подвешенной или опираться на пол.

Перед началом работы класс делится минимум на три команды. Каждая команда получает рабочее место для монтажа машины, простые механизмы, дополнительные элементы, а именно любые подручные материалы. Имея готовые простые механизмы и рабочее место, обучающиеся смогут составить последовательность элементарных движений уже на первом уроке практикума. Обучающиеся по желанию могут обсуждать и работать над созданием машин Голдберга во внеурочное время: подбирать материалы, рисовать схемы.

Фантазия и творчество обучающихся в этом практикуме встречается с ресурсными ограничениями — наличие оборудования, ограниченное пространство и время работы, что усложняет задачу и приближает ее к инженерной деятельности. Поскольку это первый опыт работы в таком формате, каждая команда нуждалась во внимании и поддержке учителя, которому требовалось направить энергию команд на создание схемы или чертежа машины. Планирование — необходимый элемент инженерной и проектной деятельности, оно необходимо, чтобы практикум не пошел по случайному направлению, сводясь к бесконечным переборам последовательности действий машины. Именно поэтому второе занятие практикума желательно посвятить созданию плана машины.

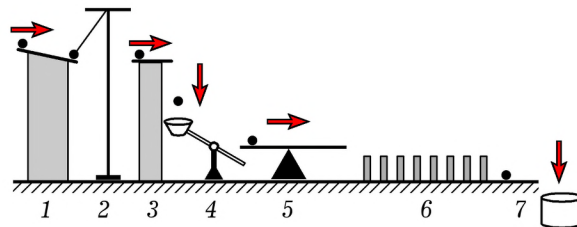


Рис. 1. Схематичное изображение линейной машины Голдберга

На рис. 1 приведена линейная схема машины, целью которой является попадание шарика в корзину, движение происходит сле-

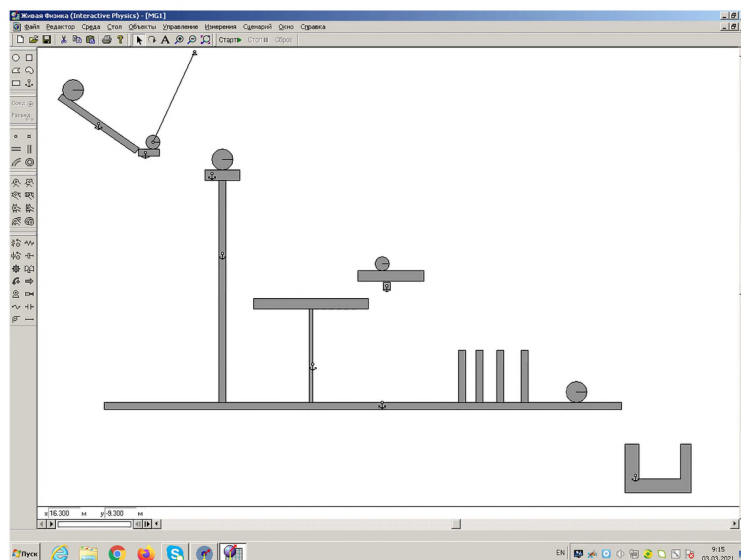


Рис. 2. Компьютерная модель машины Голдберга в программе «Живая физика», подготовленная к запуску

ва направо. Первый шарик скатывается по наклонной плоскости 1, толкает закрепленный груз маятника 2, который приходит в движение и соударяется с шариком 3. Последний катится по горизонтальному участку и падает в чашку, закрепленную на одном из плеч рычага 4. Правое плечо рычага поднимает наклонную плоскость 5, по которой шарик скатывается с наклонной плоскости и роняет цепочку из «домино» 6. Последняя из костяшек домино толкает шарик 7, и он падает в корзину.

В дальнейшем, при реализации плана, некоторые элементы могут быть изменены, но рамки работы заданы и в команде инженеров могут быть распределены роли по подготовке отдельных узлов машины. Организация работы в команде обычно не требует много внимания учителя. К седьмому классу обучающиеся знают свои сильные стороны и сильные стороны своих одноклассников. Каждый член команды может подобрать себе роль. Кроме лидера, инженеров и дизайнеров, в команде могут быть выбраны проектировщики, а также фотографы и журналисты (группа *PR*), освещающие ход работы над машиной и группа поддержки (*HR*), которая создает комфортные отношения в команде. Последняя особенно нужна, если в команде более пяти человек.

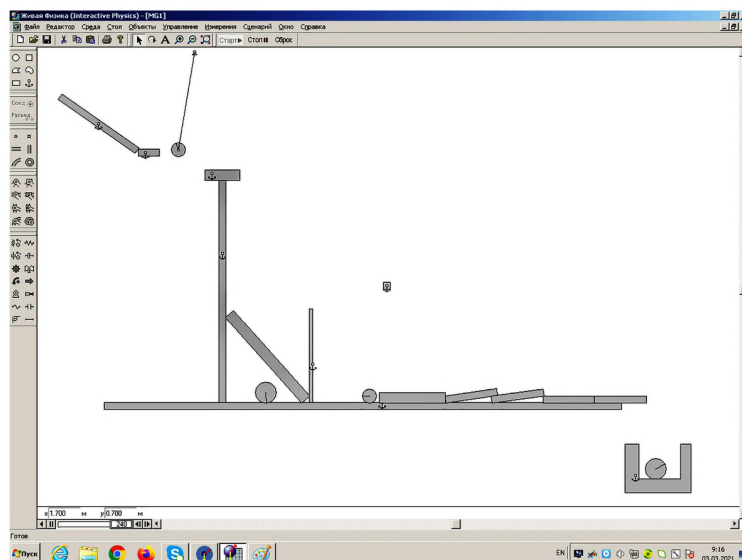


Рис. 3. Компьютерная модель машины Голдберга после запуска

Проектировщики могут моделировать машину Голдберга, например, в программе «Живая физика» 5.2.1.1. На рис. 2 приведена модель линейной машины Голдберга, подготовленная к запуску, и на рис. 3 — после запуска. Подбирать элементы машины в программе также достаточно интересно, можно многократно повторять запуски, подбирая расстояния между элементами (сборка в отличие от реальной машины происходит автоматически). Здесь с обучающимися можно отработать технологию проектирования от обратного: сначала выставляются последние элементы проектируемой машины, затем после подбора их размеров и удачных «запусков» машина усложняется предыдущим элементом, и т. д. Виртуальная простота создания модели машины может вдохновить обучающихся на усложнение, которое невозможно воплотить в реальную машину из-за ресурсных ограничений. Эти варианты (идеи) можно использовать в дальнейшем, если будет придуман способ их реализации или как задачи для расчетов [6].

Группа *PR* представляет машину Голдберга в реальном исполнении на последнем занятии практикума. На это занятие можно пригласить «зрителей-болельщиков» из младших классов и «членов жюри» — старшеклассников для создания ситуации игры-соревнования. Для создания «следа» на сайте школы могут быть выложены странички от команды в стиле *long-read* с описанием

процесса создания машины Голдберга, подготовки к ее запуску и видео с работой машины Голдберга. В этом случае жюри учитывает и реальные достижения обучающихся и их успехи в информировании о своих результатах.

В заключение отметим, что реализация практикума с использованием машин Голдберга требует дополнительной подготовки как обучающихся, так и учителя. Программа подготовки может быть составлена по аналогии с программой, описанной в работе [7]. В нашем случае для учащихся такой опыт был первым, поэтому уровень сложности был не очень высокий. Но в процессе работы можно отметить целый ряд положительных моментов, таких как позитивный настрой у всех участников, повышенный интерес к изучению физики, развитие инженерного мышления, получение опыта моделирования, развитие навыков работы в команде. Организация такого практикума возможна только при высокой личной заинтересованности учителя [1], так как требуются подготовка оборудования и немало усилий для организации обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курс «Машины Голдберга». <https://www.lektorium.tv/goldbergmachines>.
2. Удивительная машина Голдберга, Популярная механика. <https://www.popmech.ru/design/409302-udivitelnaya-mashina-goldberga-video/>
3. Лига Голдберга. <http://goldbergclub.ru/>
4. Горковенко Р. В., Савельева Е. М. Машина Голдберга для демонстрации превращений механической энергии // Юный ученый. — 2018. — № 3(17). — С. 76–78.
5. Китенко С. Р. Машины Голдберга как средство пропедевтики инженерного образования // Научный аспект. — 2019. — Т. 2. — № 4. — С. 146–149.
6. Китенко С. Р. Анализ эффективности машин Голдберга как средства пропедевтики инженерного образования на примере урока физики // Научный аспект. — 2020. — Т. 10. — № 2. — С. 1369–1374.
7. Лазарева С. А., Марчук Т. Л., Салахутдинова Т. А., Черепанова Л. А. Формирование навыков моделирования и конструирования у учащихся начальной и основной школы через систему образовательных практик и краткосрочных курсов // Пермский педагогический журнал. — 2019. — № 10. — С. 80–85.

Томский государственный
педагогический университет

Поступила в редакцию 05.03.21.

ABSTRACTS

Arzhanik A.R., Bogdanova J.V., Masalov A.E. E.I. Goldberg machines in a Physics workshop on mechanics in high school. We have proposed a method of using Goldberg machines in a high school physics workshop. *Keywords:* physics workshop, Goldberg machines.

Geyt T.S., Semenov D.A., Sidorenko F.A. Direct measurement of the Cartesian diver critical diving depth. In contrast to the previous works, direct and not indirect measurements of the Cartesian diver critical diving depth have been carried out, depending on the initial volume of air and the density of the liquid. A good match of the measured and calculated values has been obtained. *Keywords:* Cartesian diver, critical depth.

Mayer V.V., Varaksina E.I., Kornev Yu.A. An absolute method of measuring voltage in the physical workshop of the bachelor's degree. For physical workshops of a pedagogical university and high school classes with an in-depth study of physics, a laboratory work is offered to measure the maximum voltage created by a piezoelectric generator. In the process of performing the work, students are introduced to the absolute method of measuring voltage. *Keywords:* voltage measurement, absolute method, piezoelectric generator, physical workshop, pedagogical university, secondary school.

Mayer V.V., Varaksina E.I., Vasiliev I.A. Safe, low-power and simple network voltage doubler. A schematic diagram of a low-power AC voltage doubler of an electric lighting network (220 V) is considered. The design of the device, which gives a constant voltage of 500 V, is simple, affordable and ensures the safety of its operation. *Keywords:* electric lighting network, voltage doubler, training experiment, work safety.

Saranin V.A. Isotherm or adiabatic? The problem about piston oscillations in a vertical vessel with gas is solved. It is shown that the problem has the decision in two statements: oscillations or isothermal or adiabatically. *Keywords:* isothermal process, adiabatically process, piston oscillations in a vessel with gas.

Gerasimov S.A. Series and parallel connection of dark electric currents in liquid. When two conventional current sources are connected in parallel, the internal resistance decreases, and when in series, the electromotive force increases. For dark current sources, not everything is so simple. *Keywords:* voltage, electric current, energy, water, aluminum.

Saurov Yu.A. Once again about the sources of knowledge and understanding in teaching. Methodical, cognitive and project-based activity in teaching physics are always multifactorial and heterogeneous. And the formulated methodological knowledge carries the orientation of educational activity. And this is their didactic meaning. *Keywords:* cognition, understanding, methodology, activity, creativity of methodologists-physicists.

Zuev P.V., Koshcheeva E.S. Improving the effectiveness of learners' educational and research competencies in physics education. The option of increasing the efficiency of research activities of students in the implementation of the metapedmet program is proposed. *Keywords:* efficiency, educational and research activities, scientific knowledge, competence, efficiency directions, qualification analysis.

Varaksina E.I. Scientific activity in educational physical experiment. The paper considers the content of scientific activity in the field of educational physical experiment. A brief description of the systems of demonstration and laboratory university and school experiments developed in the post-war period in the domestic physics education is given. The directions of research that led to the creation of systems of new experiments in the second half of the 20th century are indicated. The analysis of publications on the educational experiment in leading domestic and foreign scientific journals is carried out. The main problem of research activity in the modern educational physical experiment is identified. *Keywords:* educational physical experiment, scientific activity, demonstration experiment, laboratory experiment, novelty, publication.