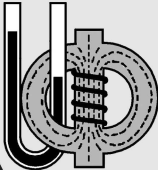


ISSN 2307-5457

*Primum  
inter pares*

Материалы XXX Всероссийской  
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:  
Актуальные проблемы. Современные  
решения“



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
  
**УЧЕБНАЯ  
ФИЗИКА**  
  
Октябрь - декабрь 2025 №4  
  
Издается с января 1997 года  
Памяти В.В.Майера

## СОДЕРЖАНИЕ

### От редакции

О ПОСВЯЩЕНИИ ВЫПУСКОВ ЖУРНАЛА ПРОФЕССОРУ В. В. МАЙЕРУ .....3

### Основная школа

В. В. Майер      НАТУРНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
Е. И. Варакина      СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
А. В. Долженко      ДЛЯ ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА .....4

### Старшая школа

Е. А. Самойлов      КОМПЛЕКС ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ  
В.Ю. Самойлова      СТУДЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ ВОСПИТАНИЮ  
ШКОЛЬНИКОВ С ПРИЗНАКАМИ ОДАРЕННОСТИ ..... 20

### Высшая школа

П. В. Казарин      ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРИНЦИПА  
Н. Ф. Услугин      ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕМПФИРОВАНИЯ .....31  
Е. И. Анисимов

С. В. Панькова      ИЗУЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ  
В. Г. Соловьёв      КОЛЕБАНИЙ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ  
И. И. Толбухина      В УНИВЕРСИТЕТСКОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ..... 39  
А. О. Юлина

### Компьютер в эксперименте

В. Б. Пикулев      МЕТОД ИК-СПЕКТРОСКОПИИ В УЧЕБНОМ  
С. В. Логинова      ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ .....50

### Исследования

О. А. Яворук      ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ЛАБИРИНТАМ ЗНАНИЙ:  
ОБОБЩЕННЫЕ ПЛАНЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ .... 59

С. Г. Стоюхин      СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ АВТОРСКИХ ВИДЕОКЛИПОВ  
И. Ю. Голубева      ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
С. М. Кокин      МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ ..... 68

АВТОРЫ ЖУРНАЛА ..... 74

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 2025 ГОДУ .....75

---

---

*Этот и последующие выпуски журнала посвящаются д.п.н., профессору Майеру Валерию Вильгельмовичу (Глазов), основателю журнала, главному редактору (1997–2025 гг.) и автору прекрасных статей.*

**Редакция журнала:**

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

**Редакционный совет:**

|                  |                                          |
|------------------|------------------------------------------|
| С. В. Барышников | д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск       |
| И. В. Гребенев   | д.п.н., профессор, Нижний Новгород       |
| М. Д. Даммер     | д.п.н., профессор, Челябинск             |
| П. В. Зуев       | д.п.н., профессор, Екатеринбург          |
| О. В. Лебедева   | д.п.н., доцент, Нижний Новгород          |
| Ю. А. Сауров     | д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров |
| А. П. Усольцев   | д.п.н., профессор, Екатеринбург          |
| А. А. Шаповалов  | д.п.н., профессор, Барнаул               |

**Оргкомитет конференции:**

|                          |                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| Н. Я. Молотков           | д.п.н., профессор, Тамбов               |
| Ф. А. Сидоренко          | д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург      |
| Я. А. Чиговская–Назарова | к.филол.н., доцент, ректор ГИПУ, Глазов |
| Т. Н. Шамало             | д.п.н., профессор, Екатеринбург         |

**Перечень ВАК:** Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

**Адрес редакции, издателя и типографии:** 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.

*E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropach@bk.ru*

---

---

**Учредитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко»

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

**Подписной индекс:** 79876.

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

Сдано в набор 02.12.25. Подписано в печать 24.12.25.

Дата выхода в свет: 25.12.25.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,75.

Заказ 172. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Современный вариант демонстрационного анализатора линейно поляризованного света (Майер В. В., Вараксина Е. И., Васильев И. А. Физические основы робототехники: совершенствование демонстрационного анализатора линейно поляризованного света // Учебная физика. — 2024. — № 4. — С. 31–50.)

*Научная статья*

ББК 74.262.23

УДК 372.853

Е. А. Самойлов, В. Ю. Самойлова

## КОМПЛЕКС ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ ВОСПИТАНИЮ ШКОЛЬНИКОВ С ПРИЗНАКАМИ ОДАРЕННОСТИ

Рассмотрены некоторые значимые условия для обучения студентов — будущих учителей физики — управлению интеллектуальным воспитанием школьников с признаками одаренности в области физики, предложен комплекс задач по теме «Механические колебания», алгоритм решения которых неочевиден или незнаком обучающимся, описаны управленческие действия обучающего в свете современных концепций становления продуктивных качеств индивидуального интеллекта. Новизна предлагаемого подхода состоит в том, что 1) в ходе решения школьных задач по изучению колебательного движения тел в неинерциальных системах отсчета (НИСО) использован принцип эквивалентности, не входящий в школьную программу; 2) показано, как обучающий может развивать интеллектуальную инициативу обучающихся и формировать у них приемы продуктивной деятельности (ППД).

*Ключевые слова:* интеллектуальное воспитание, продуктивное мышление, одаренные школьники, комплекс поисковых задач.

E. A. Samoilov, V. Y. Samoilova

## A COMPLEX OF PHYSICAL PROBLEMS IN THE LEARNING SYSTEM OF STUDENTS IN INTELLECTUAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN WITH TRAITS OF TALENT

The article discusses some necessary conditions for teaching students, future physics teachers, to manage the intellectual education of schoolchildren with signs of giftedness in the field of physics. The article proposes a set of problems on the topic «Mechanical Oscillations» whose solution algorithm is not obvious or familiar to students, and describes the teacher's management actions in light of modern concepts of the development of productive qualities in individual intelligence. The novelty of the proposed approach is that 1) in the course of solving school problems on the study of oscillatory motion of bodies in non-inertial reference systems (NIRS), the equivalence principle, which is not included in the school curriculum, is used; 2) it is shown how the teacher can develop the intellectual initiative of students and form in them methods of productive activity (PPA).

*Keywords:* intellectual education, productive thinking, gifted schoolchildren, set of search problems.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-4-20-30

## 1. Введение

Проблеме поиска, мотивирования и интеллектуального развития учеников с признаками одаренности в области физики в последние годы посвящено немало научно-дидактических исследований. В фокусе внимания исследователей находятся методы работы с одаренными школьниками [1, 2], способы стимулирования их нелинейного и физико-технического мышления [3, 4], подходы к становлению инженерных компетенций и исследовательских умений [5, 6], возможности для индивидуализации обучения одаренных учеников [7, 8], организационные аспекты развития одаренных учащихся [9, 10], средства и формы обучения одаренных школьников [11, 12] и др.

Одним из важнейших (но малоисследованных) аспектов решения обсуждаемой проблемы является подготовка учителей физики и студентов педагогических вузов в научном, методическом и организационном плане к работе с учащимися, проявляющими признаки одаренности. В этой статье описаны отдельные элементы системы обучения будущих учителей физики — студентов Самарского государственного социально-педагогического университета — управлению интеллектуальным воспитанием мотивированных школьников, высокоразвитых в области физики.

## 2. Элементы теоретической подготовки студентов к развитию учеников с признаками одаренности в области физики

Авторская концепция управления интеллектуальным развитием обучающихся (УИРО) при организации усвоения учебного физического содержания [13] рассматривается нами в качестве одной из стержневых, пронизывающих и связывающих воедино всю совокупность спецкурсов учебной области «Методика обучения физике».

В рамках лекционного курса студентов знакомят с психолого-педагогическими и научно-дидактическими аспектами УИРО. В плане интеллектуального воспитания школьников с признаками одаренности перспективны следующие модели и теоретические конструкты.

**1. Рабочая концепция одаренности, интегрирующая достижения ведущих российских психологов.** В рамках этого документа одаренность трактуется как «системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми. Одаренный ребенок — это ребенок, который выделяется яркими, очевидными, иногда выдающимися достижениями (или имеет внутренние предпосылки для таких достижений) в том или ином виде деятельности» [14, с. 7].

**2. Уровневая модель индивидуального интеллекта, предложенная М. А. Холодной, согласно которой интеллект является специфической формой организации и проявления индивидуального**

умственного опыта (когнитивного, метакогнитивного, интенционального) [15]. Отсюда следует, что интеллектуальное развитие — это процесс обогащения (углубления и расширения) этих трех видов опыта в их взаимосвязи. Данная модель дает возможность сконструировать разноуровневый комплекс учебных дидактических средств в соответствии с психологическими закономерностями становления индивидуального интеллекта.

**3. Модель продуктивного действия, описанная Б. Д. Элькониным, которая раскрывает психологический механизм акта развития субъекта** [16]. Продуктивным автор называет такое действие, в котором сделано больше, чем делалось, так как создается предмет, меняющий обстоятельства своего построения. Отсюда следует, что продуктивное мышление при усвоении физического содержания — это вид умственной деятельности, обеспечивающий субъекту психические новообразования в сфере физического познания. Репродуктивное мышление — вид умственной деятельности, в ходе которой ученики воспроизводят уже известные им знания и способы действий. Концепция Б. Д. Эльконина позволяет психологически обосновать совокупность управленческих действий обучающего, регулирующих продуктивную деятельность обучающихся в ходе решения ими конкретной физической проблемы.

**4. Подход Д. Б. Богоявленской, согласно которому критерием одаренности личности является интеллектуальная инициатива**, которая понимается как продолжение учеником умственной деятельности за рамками уже решенной проблемы под влиянием внутренних мотивов (интерес к познанию нового, стремление к личному интеллектуальному и духовному прогрессу), но не внешних стимулов (материальное поощрение, награды, внешняя оценка проделанной работы) [17]. В частности, одной из форм интеллектуальной инициативы в ходе анализа физических проблем может быть самостоятельное использование или исследование обучающимися знаковых моделей. Например, конечная формула, полученная в общем виде при решении сложной задачи, может быть исследована на основе критерия симметрии и критерия соответствия предельным случаям.

**5. Идея целенаправленного систематического использования в процессе обучения физике приемов продуктивной деятельности (ППД) как элементов методологических знаний и умений.** Частно-дидактические исследования особенностей физического познания природы отдельными учеными-физиками позволили выделить приемы продуктивной деятельности, которые рассматриваются как эвристики, помогающие субъекту находить решения физических проблем в нерегламентированных условиях (табл. 1). Система ППД рассматривается нами как инвариантный инструментальный физическое творчества и поэтому предлагается студентам для усвоения наряду с предметными физическими знаниями и умениями.

Таблица 1. Комплекс приемов продуктивной деятельности как элементов метакогнитивного умственного опыта

| Этапы продуктивной деятельности | Состав комплекса приемов продуктивной деятельности |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| Целеполагание                   | Видение проблем в привычных ситуациях              |
| Ориентировка и исполнение       | Перенос знаний                                     |
|                                 | Трансформация умений                               |
|                                 | Структурирование                                   |
|                                 | Учет альтернатив                                   |
|                                 | Видение новой функции объекта                      |
|                                 | Выдвижение принципиально новой идеи                |
|                                 | Фантазирование                                     |
| Контроль и коррекция            | Рефлексия                                          |

В работе [18] приведены примеры использования известными исследователями в области физики и техники таких ППД, как перенос знаний (аналогия, интерполяция, экстраполяция), структурирование (разложение объекта исследования на составляющие, его изучение в разные моменты времени, в различных точках пространства), трансформация умений (преобразование и комбинирование известных субъекту способов действий в соответствии с особенностями проблемы) и др.

Перечисленные теоретические идеи и модели раскрывают психологические особенности учащихся с признаками одаренности, дают возможность осмыслить имманентные черты продуктивного умственного акта как сложного, но воссоздаваемого события, позволяют сформулировать педагогические условия (содержательные, процессуальные, материально-ресурсные, организационно-управленческие) для обучения школьников продуктивному поиску в ходе решения учебных физических проблем.

Наблюдения и педагогический эксперимент показывают, что значимыми условиями, обеспечивающими результативность интеллектуального развития школьников с признаками одаренности, являются: 1) хорошая предметная подготовка будущего учителя (владение ключевыми понятиями, способами действий, личный опыт решения учебных физических проблем); 2) наличие в педагогическом арсенале комплексов учебных заданий по разным темам школьного курса физики, отвечающих требованиям целевой направленности, целевой достаточности, возрастания трудности, связности, мотивационной направленности; 3) крупноблочная технологичная организация процесса обучения физике; 4) знание теоретических основ и наличие опыта управления продуктивным поиском учащихся в ходе решения ими физических задач, алгоритм решения которых неочевиден или субъективно неизвестен.

### 3. Элементы практической подготовки студентов к развитию учеников с признаками одаренности в области физики

Названные выше условия создаются в рамках практических занятий цикла дисциплин «Методика обучения физике». Если в рамках лекционного курса студенты осмысливают проблему интеллектуального воспитания учеников в теоретическом плане, с позиции учителя физики, то на практических занятиях они находятся в положении учащихся физико-математических классов и постигают нюансы технологического УИРО в ходе личной учебной деятельности.

Рассмотрим пример продуктивного действия.

**Задача 1.** Самолет разгоняется по взлетной полосе прямолинейно горизонтально с постоянным ускорением  $a = g$ . В салоне самолета висит на нити, прикрепленной к потолку, маленький шарик, неподвижный относительно этого самолета. Какой угол с вертикалью образует нить? Решите задачу: 1) в инерциальной системе отсчета «Земля», 2) в неинерциальной системе отсчета «Самолет».

1. Для многих девятиклассников (и студентов) решение относительно ИСО «Земля» не составляет труда. На шарик действуют сила тяжести  $\vec{F}_T = m\vec{g}$  и сила натяжения нити  $\vec{F}_H$ . Результирующая сила  $\vec{F}_p$  согласно второму закону Ньютона:  $\vec{F}_p = \vec{F}_T + \vec{F}_H = m\vec{g} + \vec{F}_H = m\vec{a}$ . Используя рис. 1.1, получаем  $F_p = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = ma$ . Ответ:  $\alpha = \arctg(a/g) = \pi/4$ .

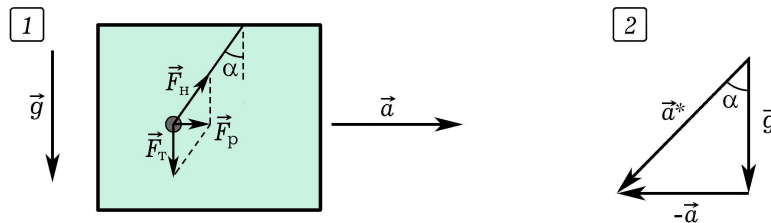


Рис. 1. Определение угла отклонения нити с висящим на ней шариком: 1 — решение в инерциальной системе отсчета, связанной с землей; 2 — применение принципа эквивалентности

2. Относительно НИСО «Самолет» для шарика по второму закону Ньютона справедливо:  $\vec{F}_H + m\vec{g} + \vec{F}_H = 0$ . Согласно определению, сила инерции:  $\vec{F}_H = -m\vec{a}$ . Тогда  $-m\vec{a} + m\vec{g} + \vec{F}_H = 0$ . Далее действуем, как в случае 1.

Ответ получен. Но не будем торопиться переходить к следующей задаче, «проявим интеллектуальную инициативу» — рассмотрим ситуацию с необычной точки зрения, пофантазируем.

Заметим, что сила инерции, вводимая только в НИСО, по своему воздействию на тела эквивалентна силе тяжести. Тогда можно считать, что в НИСО «Самолет» шарик находится под воздействием двух

однородных гравитационных полей: привычного гравитационного поля Земли с вертикальной характеристикой  $\vec{g}$ , которое в малых областях можно считать однородным, и «непривычного», воображаемого «гравитационного» поля с горизонтальной характеристикой  $-\vec{a}$ . Это утверждение является следствием принципа эквивалентности Эйнштейна, согласно которому в однородном гравитационном поле все движения происходят точно так же, как в равномерно ускоренной системе координат в отсутствии поля тяготения [19, с. 399–400].

Согласно принципу суперпозиции полей в НИСО «Самолет» на шарик влияет одно гравитационное поле с характеристикой  $\vec{a}^* = \vec{g} - \vec{a}$  (рис. 1.2). Этот вектор  $\vec{a}^*$  расположен под углом  $\alpha$  к вертикали. В НИСО «Самолет» шарик покоится потому, что на него действуют две силы ( $m\vec{a}^*$  и  $\vec{F}_n$ ), равные по величине и направленные в противоположные стороны вдоль линии, на которой лежит вектор  $\vec{a}^*$ . Если же самолет перестает ускоряться  $\vec{a} = 0$ , то  $\vec{a}^* = \vec{g}$ , и шарик покоится потому, что на него действуют две скомпенсированные силы ( $m\vec{g}$  и  $\vec{F}_n$ ), направленные вдоль вертикальной линии, на которой лежит вектор  $\vec{g}$ . Чем больше по величине постоянное ускорение самолета  $\vec{a}$ , тем больше угол  $\alpha$ , который составляет с вертикалью линия действия скомпенсированных сил — силы натяжения нити и результирующей силы гравитации.

Таким образом, решив эту задачу и проявив интеллектуальную инициативу, студенты (в роли учеников) «сделали больше, чем делалось»: не только получили ответ на вопрос задачи, но и приобрели *новообразование* — познакомились с принципом эквивалентности (который не входит в школьную программу), и возможностями его применения для решения учебных физических задач на движение тел в НИСО.

На примере этой задачи:

- становится явной психологическая сущность продуктивного действия, при выполнении которого «создается предмет, меняющий обстоятельства своего построения»;
- приобретает опыт фантазирования (обусловленного воображением) и рефлексии как видов ППД и элементов метакогнитивного умственного опыта;
- происходит понимание значимости методического мастерства, базирующегося на арсенале управленческих решений — коллекции наводящих вопросов для побуждения учеников к проявлению интеллектуальной инициативы (к анализу ситуации с необычной, новой для них точки зрения);
- иллюстрируется роль учителя как носителя методологических знаний, показывающего пример выполнения продуктивных действий в ходе решения нестандартной задачи.

Далее обучающимся предъявляется совокупность других задач из этого комплекса для самостоятельного решения.

**Задача 2.** Математический маятник длиной  $L = 1$  м находится в скоростном поезде, движущемся с постоянным ускорением  $a = \sqrt{21} \text{ м/с}^2$ . Найдите период колебаний  $T$  этого маятника. Принять  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .

**Решение.** Воспользуемся приобретенным при решении **задачи 1** новообразованием: в НИСО «Поезд» имеется гравитационное поле с характеристикой  $\vec{a}^* = \vec{g} - \vec{a}$ . Поэтому колебания нитяного маятника будут симметричны относительно линии, проходящей через вектор  $\vec{a}^*$  (рис. 2), подобно тому, как в отсутствие ускорения вагона колебания маятника симметричны относительно линии, проходящей через вектор  $\vec{g}$ . Тогда

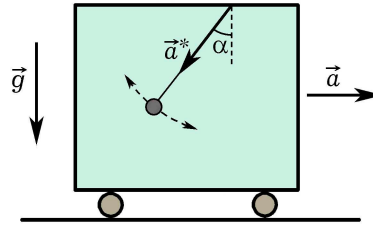


Рис. 2. К нахождению периода колебаний математического маятника в ускоренно движущемся поезде

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{a^*}}, \quad \text{где} \quad a^* = \sqrt{g^2 + (-a)^2}.$$

**Ответ:**  $T \approx 1,9$  с.

В ходе решения использован ППД «Перенос знаний в новую ситуацию». При этом совершение действия в **задаче 1** привело «к действию совершения» в **задаче 2** (Б. Д. Эльконин).

**Задача 3.** Автомобиль–бетоновоз, цистерна которого заполнена наполовину жидким строительным раствором, движется прямолинейно по горизонтальной дороге, иногда останавливаясь перед светофором. На зеленый свет бетоновоз разгоняется с постоянным ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Оцените максимальный угол  $\alpha_m$  отклонения раствора от положения равновесия, если  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Решение.** Когда бетоновоз покоится перед светофором, поверхность жидкости в его цистерне горизонтальна, то есть перпендикулярна вектору ускорения свободного падения. В процессе разгона автомобиля из состояния покоя с постоянным ускорением  $\vec{a}$  жидкость некоторое время совершает затухающие колебания относительно линии, проходящей через вектор  $\vec{a}^* = \vec{g} - \vec{a}$ . Когда колебания жидкости в разгоняющемся автомобиле *прекратятся*, уровень ее поверхности будет перпендикулярен указанной линии (вектору  $\vec{a}^*$ ) и расположен под таким же углом  $\alpha$  к горизонтали, под которым располагается вектор  $\vec{a}^*$  относительно вертикали (рис. 3.1). При этом центр масс жидкости (точ-

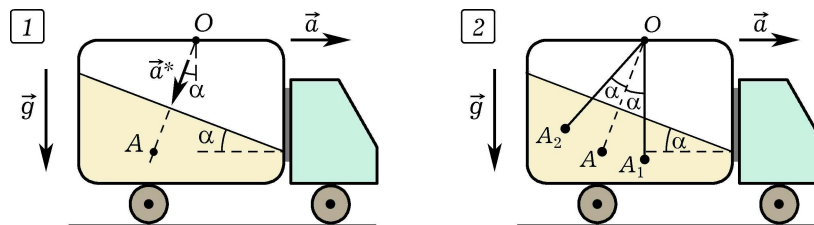


Рис. 3. К нахождению максимального угла отклонения поверхности жидкости от горизонтали при ускоренном движении автомобиля

ка  $A$ ) сместится влево в новое положение равновесия подобно тому, как смещается маленький шарик на нити длиной  $OA$  в воображаемом гравитационном поле с характеристикой  $\vec{a}^*$  (задача 2). Предварительно этот «нитяной маятник»  $OA$  совершит несколько затухающих колебаний между крайними положениями  $OA_1$  и  $OA_2$  (рис. 3.2). Поэтому максимальный угол отклонения этой нити от вертикали в ходе затухающих колебаний шарика:  $\alpha_m = 2\alpha = 2 \arctg(a/g)$ . После решения задачи целесообразно предложить школьникам проверить возможность наблюдения рассмотренных колебаний в натурном эксперименте.

Ответ:  $\alpha_m = 2 \arctg 0,1 \approx 12^\circ$ .

**Задача 4.** Прибор для измерения ускорения — акселерометр — можно сделать в виде изогнутой трубки с жидкостью. При движении с ускорением высота уровня жидкости в коленях трубки различна. Найдите направление и величину ускорения автомобиля, внутри которого покоится такой акселерометр, если в левом колене уровень жидкости находится на высоте  $H_1=5,5$  см, а в правом колене — на высоте  $H_2=4,5$  см. Диаметр трубки  $d \ll H_1$  (рис. 4.1).

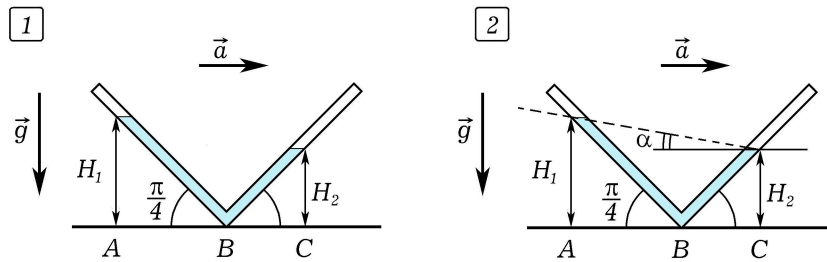


Рис. 4. Определение ускорения посредством акселерометра: 1 — рисунок к условию задачи; 2 — рисунок к решению задачи

**Решение.** Если сосуд с жидкостью движется с горизонтальным ускорением  $\vec{a}$ , то поверхность жидкости отклоняется на угол  $\alpha = \arctg(a/g)$  от горизонтали противоположно направлению ускорения (согласно решению задачи 3). В сообщающихся сосудах уровни жидкости в коленях устанавливаются вдоль этой наклонной поверхности (рис. 4.2). Тогда  $a = g \cdot \tg \alpha$  или  $a = (H_1 - H_2)/AC$ . Так как  $AC = AB + BC = H_1 + H_2$ , то величина ускорения:  $a = g \cdot (H_1 - H_2)/(H_1 + H_2) = 1 \text{ м/с}^2$ . С мотивационной точки зрения в финале решения этой задачи целесообразна постановка демонстрационного опыта [20].

**Задача 5.** В U-образную трубку сечением  $S = 0,5 \text{ см}^2$  налили жидкость объемом  $V = 48 \text{ см}^3$ . Оцените частоту  $\nu$  малых колебаний жидкости в трубке, если ее перемещать горизонтально с ускорением  $a = 2\sqrt{11} \text{ м/с}^2$  (рис. 5.1). Принять  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .

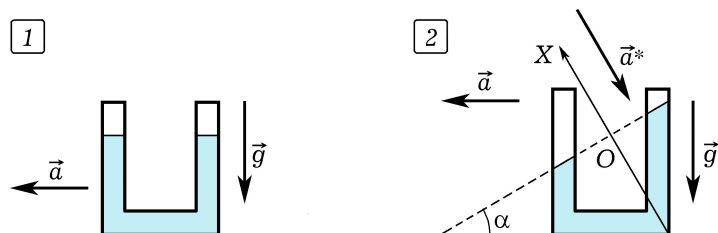


Рис. 5. К оценке частоты колебаний уровня жидкости в U-образной трубке: 1 — рисунок к условию задачи; 2 — рисунок к решению задачи

**Решение.** В неинерциальной системе отсчета, движущейся с постоянным ускорением  $\vec{a}$  влево, поверхность жидкости в сосуде располагается под углом  $\alpha = \arctg(a/g)$  к горизонту (рис. 5.2), так как жидкость находится под влиянием воображаемого поля тяготения с характеристикой  $\vec{a}^* = \vec{g} - \vec{a}$ . Здесь  $a^* = \sqrt{g^2 + (-a)^2}$ . При небольшом смещении  $x$  жидкости в каком-либо колене сообщающихся сосудов перпендикулярно этой поверхности возникает возвращающая сила  $\Delta \vec{F}_x = \Delta m \vec{a}^*$ , где  $\Delta m = 2S\rho x$  — масса жидкости, которая сместилась выше или ниже исходного уровня;  $S$  — площадь сечения сосуда;  $\rho$  — плотность жидкости. Например, если в правом колене жидкость поднимается выше указанной поверхности, показанной штрихованной линией на рис. 5.2, на величину  $x$ , то в левом колене жидкость опустится на такую же величину  $x$ . Значит,  $\Delta m = 2\rho Sx$ , и возвращающая сила в правом колене будет направлена против оси  $OX$ . Ее проекция на ось  $OX$ :  $\Delta F_x = -2\rho Sx a^*$ ; знак «-» показывает, что при  $x > 0$  проекция возвращающей силы  $\Delta F_x < 0$  и наоборот, при  $x < 0$  проекция возвращающей силы  $\Delta F_x > 0$ . Возвращающая сила действует на всю жидкость с массой  $m$  и объемом  $V$ , находящуюся в сосуде.

Согласно второму закону Ньютона  $\Delta F_x = ma_x = \rho Va_x$ . Значит,  $2a^*Sx = -Va_x$  или  $a_x = -(2a^*S/V) \cdot x$ . Используя закон гармонических колебаний  $a_x = -\omega_0^2 \cdot x$ , получаем:  $\omega_0 = \sqrt{2a^*S/V}$ . Так как  $\nu = \omega_0/2\pi$ , то окончательно:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2S\sqrt{a^2 + g^2}}{V}}.$$

**Ответ:**  $\nu = 5/(2\pi)$  Гц  $\approx 0,8$  Гц.

Решая задачи из данного комплекса, учащиеся:

- применяют базовые знания и умения из темы «Механические колебания» и «Законы сохранения в механике» в незнакомой ситуации;
- усваивают приемы продуктивной деятельности, которые являются элементами методологических знаний и способов действий;
- обогащают метакогнитивный опыт продуктивных действий, а также когнитивный опыт в виде использования принципа эквивалентно-

сти, эффективного при решении школьных задач на движение тел в НИСО.

#### 4. Заключение

Проблема поиска, мотивирования и обогащения умственного опыта учеников с признаками одаренности в области физики сегодня стоит особенно остро в связи с тем, что технологическая независимость, конкурентоспособность, темп экономического, культурного и социального развития нашего Отечества во многом определяются количеством и качеством технической элиты, способной продуцировать и воплощать на практике новые прорывные идеи и решения актуальных задач.

Значимыми ресурсами для интеллектуального воспитания учащихся, в том числе и с признаками одаренности в области физики, являются: 1) разноуровневые комплексы физических задач, алгоритм решения которых неочевиден или неизвестен ученику, и 2) готовность учителя к управлению поисковой деятельностью учащихся (личный опыт продуктивных действий, арсенал управленческих решений, коллекция наводящих вопросов, побуждающих к интеллектуальной инициативе, видению новых проблем и способов их решения). На примере использования в учебном процессе комплекса поисковых задач по теме «Механические колебания» показаны элементы управления продуктивной деятельностью обучающихся в соответствии с современными подходами к интеллектуальному воспитанию мотивированных высокоразвитых школьников. Новизна работы состоит в том, что 1) при решении стандартных школьных задач по изучению движения тел в НИСО используется принцип эквивалентности, не входящий в школьную программу; 2) показывается, как обучающий может развивать интеллектуальную инициативу обучающихся и формировать у них приемы продуктивной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боброва Л.Н., Жигаленко С.Г. Когнитивные аспекты интенсивной подготовки школьников к олимпиадам по физике // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор А.П. Усольцев. — Екатеринбург, 2023. — С. 22–26.
2. Валишева А.Г., Крутова И.А., Амантаева Л.С. Методы работы с одаренными детьми в современных реалиях // Педагогическая теория и практика: сохраняя прошлое, создаем будущее. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Составители Н.У. Ремизова, Б.В. Рыкова. — Астрахань, 2022. — С. 87–91.
3. Горбатьюк С.Ю. Система синергетических уроков как средство развития нелинейного мышления учащихся // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития. Материалы IX международной научно-методической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора педагогических наук, профессора, Почетного профессора МПГУ С.Е. Каменецкого. — М.: МПГУ, 2023. — С. 57–62.
4. Казенас В.Е. Новые подходы в развитии физико-технического мышления и творчества при обучении физике // Современное образование: традиции и инновации. Материалы международной научно-практической конференции. Шадринский государственный педагогический университет и др. — Шадринск, 2020. — С. 147–151.

5. Князева В. В., Бушенкова И. А., Хасан Э. Х., Вольтов А. В. Развитие инженерных компетенций одаренных и высокомотивированных школьников в общеобразовательном учреждении на примере проектов инженерно-технологической школы № 777 Санкт-Петербурга // Кластерный подход как средство достижения системного эффекта формирования основ инженерного мышления учащихся. Сборник статей по материалам XII региональной научно-практической конференции. Составители: В. Ю. Давыдова, Н. Н. Логинова, В. Н. Давыдов. — Новокузнецк, 2023. — С. 19–27.
6. Литовко И. В. Формирование исследовательских умений на уроках физики // Физика: фундаментальные и прикладные исследования, образование. Материалы XIX региональной научной конференции. — Благовещенск, 2021. — С. 141–144.
7. Нестеров В. П. О работе с одаренными школьниками средствами интенсивной школы // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития. Материалы VI Международной научно-методической конференции. — Москва, 2021. — С. 208–214.
8. Нестеров В. П. Моделирование индивидуальных образовательных траекторий учащихся, одаренных в области физики // Школа будущего. — 2022. — № 2. — С. 84–91.
9. Панов В. И. Одаренные дети: выявление — обучение — развитие // Порталус. Электронная научная библиотека. — 2007. — 30 с. — URL: <https://portalus.ru> (дата обращения: 02.07.2025).
10. Рыжиков С. Б. Развитие исследовательских способностей одаренных школьников при обучении физике. Автореферат докт. дисс. — М.: МПГУ, 2014. — 44 с.
11. Фролов И. В. Развитие детской одаренности в процессе обучения физике // Актуальные проблемы современной педагогической науки. Сборник статей участников Всероссийской научно-практической конференции, Всероссийских научных семинаров. Отв. редактор Е. А. Жесткова. — Арзамас, 2023. — С. 332–337.
12. Шутова Н. М., Попова Н. В., Старцева О. А. Система интеллектуальных игр и состязаний как средство развития детской одаренности // Управление качеством образования: теория и практика эффективного администрирования. — 2020. — № 5. — С. 82–95.
13. Самойлов Е. А. Управление интеллектуальным развитием школьников при обучении физике в классах физико-математического профиля. — Самара: Изд-во ПГСГА, 2013. — 452 с.
14. Рабочая концепция одаренности. Второе издание, расширенное и переработанное. — М.: Министерство образования РФ, 2003. — 93 с.
15. Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования: учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2023. — 334 с.
16. Эльконин Б. Д. Психология развития: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. 4-е издание. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 141 с.
17. Богоявленская Д. Б., Богоявленская М. Е. Психология одаренности: понятие, виды, проблемы. Выпуск 1. — М.: МИОО, 2005. — 176 с.
18. Самойлов Е. А. Использование приемов продуктивной деятельности // Физика в школе. — 2005. — № 2. — С. 28–31.
19. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. I. Механика. — 4-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. — 560 с.
20. Майер В. В., Мамаева Е. С. Неинерциальная система отсчета в простых демонстрационных опытах // Физика в школе. — 2020. — № 1. — С. 44–47.

Самарский государственный  
социально-педагогический университет;  
Лицей авиационного профиля № 135 (Базовая  
школа Российской академии наук) (Самара)

Поступила в редакцию 16.07.25.