

УДК 372.853

СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ ПО ГИДРОДИНАМИКЕ

Вараксина Е.И., Исакова М.Л.

*ФГБОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт
имени В.Г. Короленко», Глазов, e-mail: varaksina_ei@list.ru*

Обоснована актуальность проблемы разработки структуры и содержания учебных исследований по гидродинамике. Показано, что оптимальной формой представления системы учебных исследований явлений гидродинамики является учебное пособие, выполненное в стиле рабочей тетради. Разработанная система включает десять тем проектных исследований: гидравлические механизмы, поплавок Декарта, гидродинамический удар, разрушения при гидродинамическом ударе, физическая модель гейзера, парореактивный движитель, распад струи на капли, быстропотекающие процессы, явление кумуляции энергии, ультразвуковая кавитация. Каждое исследование включает от 10 до 15 конкретных исследовательских заданий и не явно структурировано по плану, содержащему следующие блоки: информационный, теоретический, проектировочный, опытно-конструкторский, опытно-исследовательский, рационализаторский, дидактический. Методика применения созданной системы исследований на практике предусматривает возможность параллельной работы десяти ученических звеньев под руководством учителя, индивидуальную самостоятельную работу заинтересованных школьников и подготовку студентов педагогического вуза к организации исследовательской деятельности учащихся в школе. Проведенный педагогический эксперимент показал эффективность реализации разработанной методики.

Ключевые слова: учебное исследование, проектная деятельность, учебное пособие, учебный физический эксперимент, методика, педагогический эксперимент, гидродинамика

STRUCTURE, CONTENTS AND ORGANIZATION TECHNIQUE OF EDUCATIONAL RESEARCHES OF SCHOOL STUDENTS ON HYDRODYNAMICS

Varaksina E.I., Isakova M.L.

*FSBEI of HPE «The Glazov Korolenko State Pedagogical Institute»,
Glazov, e-mail: varaksina_ei@list.ru*

The urgency of a problem of development of structure and the content of educational researches on hydrodynamics is proved. It is shown that an optimum form of representation of system of educational researches of the phenomena of hydrodynamics is the manual in the form of a workbook. The developed system includes ten themes of design researches: hydraulic mechanisms, Descartes's float, hydrodynamic blow, destructions at hydrodynamic blow, physical model of a geyser, a steam-reaction energizer, stream disintegration on the drops, fast-proceeding processes, the phenomenon of cumulation of energy, ultrasonic cavitation. Each research includes from 10 to 15 concrete research tasks and is implicitly structured according to the plan, containing the following blocks: information, theoretical, designing, experimental-developmental, research and investigating, rationalization, didactic. The technique of application of the created system of researches in practice provides possibility of parallel work of ten student's groups under the direction of the teacher, individual independent work of the interested school students and preparation of students of pedagogical higher education institution for the organization of research activity at school. The pedagogical experiment showed efficiency of realization of the developed technique.

Keywords: educational research, design activity, manual, educational physical experiment, technique, pedagogical experiment, hydrodynamics

Современная научно-педагогическая литература содержит немало рекомендаций по организации проектной исследовательской деятельности школьников. Они вооружают учителя физики или студента педагогического вуза, главным образом, теоретическими сведениями. Однако одни лишь теоретические положения и выводы не обеспечивают эффективное руководство учебно-исследовательской деятельностью школьников. Наибольшим затруднением, которое испытывает учитель физики, планирующий проектную исследовательскую деятельность, является поиск и формулировка проблем исследовательских проектов. Эти проблемы должны быть тесно связаны с материалом школьного курса физики, мотивировать учащихся и быть доступными для решения в ограниченные сроки.

Цель настоящего исследования – обоснование возможности и целесообразности построения системы доступных и интересных учебных исследований по гидродинамике, предназначенных для организации проектной деятельности школьников.

Для достижения этой цели использовались следующие методы: анализ описанных в научной и учебно-методической литературе современных опытов по гидродинамике на предмет их использования в учебных исследованиях школьников; отбор содержания исследований проектной деятельности, удовлетворяющего критериям научности и доступности; опытно-конструкторская работа, направленная на проверку выполнимости вариантов исследовательских заданий; педагогический

эксперимент по обоснованию эффективности разработанной методики.

Поиск наиболее удобных форм представления информации и заданий для исследовательской работы показал, что оптимальным является создание учебного пособия, которое включает систему исследовательских проектов по некоторой теме, в нашем случае, по гидродинамике. Разработанное нами пособие содержит руководство по выполнению 10 исследований. Каждое исследование включает от 10 до 15 конкретных исследовательских заданий и неявно структурировано по следующему плану.

Информационный блок содержит теоретические сведения, полезную информацию, которой, как правило, нет в школьном учебнике, но которая дает представление об

актуальности, научной и практической значимости исследования, сообщает исходные понятия и физические закономерности.

Теоретический блок включает задания школьникам, в которых требуется изучить необходимые для выполняемого исследования физические понятия, вывести формулы, выполнить умозрительные эксперименты и интерпретировать их результаты.

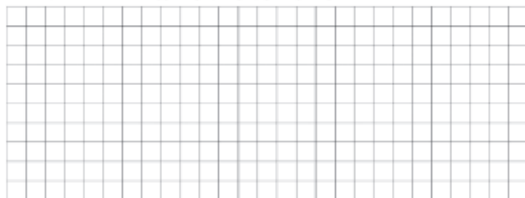
Проектировочный блок состоит из заданий, предлагающих школьнику разработать проект прибора или опыта, отвечающего заданным требованиям.

Опытно-конструкторский блок содержит экспериментальные задания, направленные на изготовление приборов и сборку экспериментальных установок. Выполнив эти задания, школьник описывает полученный результат.

Исследование 10 УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КАВИТАЦИЯ

Все жидкости слабосжимаемы и без особых изменений выдерживают значительные давления. Но прочность жидкостей на растяжение сравнительно невелика: при резком уменьшении давления в жидкости возникают разрывы, заполненные газом и насыщенным паром. Эти разрывы получили название *кавитационных*. Они возникают всегда, когда в жидкости с большой скоростью движется твердое тело. Кавитация появляется и при распространении в жидкости мощной звуковой волны, так как в такой волне за каждой фазой сжатия следует фаза разрежения. Но человеческое ухо не в состоянии выдержать интенсивный звук, поэтому для исследования кавитации лучше использовать ультразвук.

Задание 1. Упругие волны различных частотных диапазонов. Выясните, что такое инфразвук, звук, ультразвук.



Задание 2. Ультразвук в природе, медицине и технике. Найдите информацию об использовании ультразвука животными и вообще об ультразвуке в природе. Перечислите возможные практические применения ультразвука.



Внешний вид разворота пособия, определяющего содержание исследовательской деятельности школьника по изучению кавитационных явлений

Опытно-исследовательский блок включает задания, в которых требуется с использованием изготовленного оборудования пронаблюдать, объяснить и исследовать различные особенности физических явлений.

Рационализаторский блок заданий побуждает школьника усовершенствовать прибор, подобрать оптимальные условия опыта, объяснить результаты опытов и при-

Исследование 10. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КАВИТАЦИЯ 79

Задание 3. Магнитострикционный излучатель ультразвука. Если ферритовый стержень поместить в продольное магнитное поле, то его длина немного уменьшится. Явление изменения геометрических размеров тел в магнитном поле характерно для всех ферромагнетиков и называется *магнитострикционным эффектом*. Важной особенностью этого эффекта является его *четность*, то есть независимость направления деформации тела от направления магнитного поля.

Магнитострикционный эффект часто используют для получения ультразвука. В излучателе ферромагнитный сердечник находится в переменном магнитном поле и совершает вынужденные колебания с частотой, в два раза превышающей частоту поля. Чтобы эти частоты совпали, на сердечник дополнительно накладывают постоянное магнитное поле. Наконец, частоту переменного магнитного поля делают равной частоте собственных колебаний сердечника. При этом за счет резонанса амплитуда его колебаний многократно возрастает.

Конструкция учебного магнитострикционного излучателя ультразвука представлена на рис. 1. В качестве вибратора *1* излучателя использован круглый ферритовый стержень марки М400НН диаметром 8 мм и длиной 100–160 мм. По его середине расположено резиновое колечко *2*, которое мягко крепит вибратор в каркасе *3* обмотки возбуждения *4*. Подмагничивающие ферритовый вибратор кольцевые керамические магниты *5* надеты на выступающую часть каркаса обмотки возбуждения так, чтобы нерабочий торец вибратора находился в одной плоскости с поверхностью ближайшего к нему магнита.

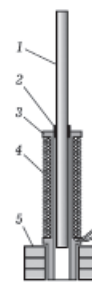


Рис. 1

Разберитесь с принципом действия магнитострикционного излучателя. Кратко изложите его суть. Изучив конструкцию излучателя, разработайте и опишите доступную технологию изготовления этого прибора, для реализации которой требуются только бумага и клей.



думать способы их экспериментальной проверки.

Дидактический блок содержит задания, в которых от школьника требуется разработать условия демонстрации выполненного исследования всему классу и составить презентацию.

Обсуждаемое пособие [1] оформлено в стиле рабочей тетради [6], то есть

отчетная часть работы школьника четко определена – одно исследование занимает 8 страниц тетрадного формата. На рисунке представлен внешний вид разворота одного из исследований.

Кратко охарактеризуем предлагаемые исследования по гидродинамике, снабдив их аннотации ссылками на источники информации, в которых описаны элементы учебной физики [10], взятые за основу.

1. Гидравлические механизмы. При выполнении этого исследования школьники опираются на материал учебника 7 класса, поэтому может возникнуть необоснованное ощущение простоты предлагаемых заданий. Учащиеся должны понимать, что их задача – создание максимально надежных, доступных для воспроизведения семиклассниками конструкций насосов [2], гидравлического пресса, домкрата [15]. В процессе работы они исследуют явления атмосферного давления, сжимаемости и текучести жидкости, передачи давления внутри жидкости.

2. Поплавок Декарта. Детальное исследование хорошо известного картезианского водолаза, особенно получение количественных характеристик связанных с ним явлений – нетривиальная задача. Экспериментальное мастерство учащихся развивается при испытаниях различных вариантов конструкции и постановке простых опытов с прибором. При этом они глубоко усваивают физическую сущность явлений плавления тел в жидкости и газе, взаимодействия жидкости и погруженного в нее тела, реакции вытекающей и втекающей струй [9], воздухоплавания [7].

3. Гидродинамический удар. На уроках физики рассматривается гидростатическое давление, поэтому экспериментальное исследование гидродинамического давления способствует формированию обобщенного понятия давления в жидкости. Учащиеся самостоятельно собирают простую экспериментальную установку и исследуют явления течения жидкости по трубе, резкую остановку жидкости заглушкой с отверстием и возникающий при этом гидродинамический удар [5].

4. Разрушения при гидродинамическом ударе. Эти явления имеют большое практическое значение. Перед школьниками поставлена задача осознания физической сущности явления гидродинамического удара посредством эффектных опытов по разрыву стеклянной бутылки [3]. Учащиеся овладевают логикой научного познания, подтверждая каждое следствие теоретической модели экспериментом. Предлагается изготовить электронное устройство для фото-

графирования отдельных стадий процесса разрушения.

5. Физическая модель гейзера. На любого человека производит впечатление модель гейзера, собранная на лабораторном столе [11]. Изготовив и исследовав работу этой модели, школьники изучат явления автоколебаний жидкости (механические колебания), образования струй (гидродинамика), испарения и конденсации (термодинамика).

6. Парореактивный движитель. В интернете любой школьник, интересующийся физикой, может найти описания игрушечных парореактивных лодочек [11]. Эти устройства могут стать прекрасным физическим прибором, позволяющим убедиться в существовании многих интересных явлений, таких как реакция вытекающей и втекающей струй, испарение и конденсация, насыщенный пар, автоколебания [8, 9].

7. Распад струи на капли. Школьники часто не отдают себе отчета в том, что достойные исследования интересные физические явления происходят не только в лаборатории, но и в обыденной жизни. Явления образования и распада струи, действия звуковой волны на струю [8] школьники исследуют с помощью изготовленного ими стробоскопа [14].

8. Быстропротекающие процессы. Явления падения капли жидкости, появления и схлопывания сферического углубления при падении капли в жидкость, образования кумулятивной струи [4] исследуются с применением изготовленного школьниками современного устройства, обеспечивающего вспышку света с заданной временной задержкой [13]. При выполнении этого исследования развивается физическое мышление учащихся, которые должны осознать роль инерционности зрения и физические основы наблюдения и фотографирования быстропротекающих процессов.

9. Явление кумуляции энергии. Понятие кумуляции является обобщенным понятием и используется не только в физике, но также в медицине и гуманитарных науках. Поэтому наглядное представление о кумуляции имеет большое мировоззренческое значение. Исследуя явления сжимаемости жидкости, передачи давления внутри жидкости, образование кумулятивной струи [4], школьники осознают физическую сущность и основы практического применения кумулятивного эффекта.

10. Ультразвуковая кавитация. Это явление показывает, как незначительные, на первый взгляд факторы приводят к серьезным и разрушительным последствиям благодаря кумуляции энергии. Явления

распространения упругой волны в жидкости, образование и схлопывание кавитационных пузырьков, кавитационные разрушения твердых тел и жидкостей за счет кумулятивного эффекта исследуются школьниками, самостоятельно изготовившими магнитострикционный излучатель и электронный генератор ультразвука [12].

При выполнении разработанной системы исследований естественным образом происходит освоение метода научного познания, поскольку школьники выдвигают гипотезы, конструируют теоретические модели, выводят из них следствия и проверяют их в эксперименте.

Методика работы с системой исследовательских заданий, оформленных в виде пособия [1], может быть различной.

1. Каждое исследование вместе с требующими заполнения клетками занимает 8 страниц, поэтому учитель может откопировать и распечатать в виде отдельных брошюр исследования по числу заинтересованных школьников. Учитель проводит вводное занятие, на котором с использованием интернет-ресурсов знакомит школьников с практическим применением кумулятивного эффекта. В конце занятия он делит школьников на звенья из двух человек и формулирует звеньям темы проектных исследований. Каждый школьник получает распечатанные задания, относящиеся к его теме, и приступает к их выполнению. В случае, если все необходимые приборы и материалы подготовлены учителем заранее, на выполнение одного исследования звену требуется 6–10 часов аудиторного времени. Большая часть необходимого оборудования имеется в школьном кабинете физики, отсутствующие материалы и радиодетали вполне доступны и могут быть приобретены школьниками самостоятельно. При руководстве проектом важно добиться усвоения школьниками основных физических понятий и физической сущности исследуемых явлений. Если какое-то задание учащимся не удастся выполнить, желательно, чтобы они привели результаты своих рассуждений, поиска соответствующей информации, указали объективные трудности, не позволившие достичь требуемого. После завершения исследования каждое звено делает краткий доклад, сопровождая его демонстрациями опытов и компьютерной презентацией.

2. Наиболее предпочтительно самостоятельное проведение исследований учащимися. В этом случае заинтересованный школьник в индивидуальном порядке системно работает над пособием, выполняя интересующие его задания. Учитель кон-

сультирует школьника по возникающим проблемам, проверяет правильность сборки электронных приборов, контролирует выполнение правил техники безопасности.

3. Педагогический эксперимент показывает, что даже лучшие учащиеся старших классов нуждаются в помощи учителя при проведении серьезных учебных исследований. Им требуются консультации по эффективным приемам работы, по технике безопасности, по сборке и налаживанию электронных устройств и экспериментальных установок. Учитель должен обладать специальными умениями, чтобы в случае затруднений школьника обеспечить положительный результат опытов. Поэтому один из вариантов методики работы с пособием заключается в организации выполнения учебных исследований студентами физических специальностей педагогических вузов в период стажерской педагогической практики или в рамках спецкурса. В этом случае деятельность студента моделирует работу школьника. Возможен и такой вариант: если у каждого студента имеется пособие [1], то сначала студенты выполняют выбранные исследовательские проекты, а затем в процессе презентации проектов заполняют те части пособия, которые относятся к исследованиям других студентов.

Принятое в пособии пошаговое руководство учебными исследованиями путем выделения конкретных заданий небольшого объема не ограничивает творческие возможности школьников, так как эти исследования в принципе допускают получение объективно новых результатов в сфере учебной физики [10, 15].

Список литературы

1. Вараксина Е.И., Исакова М.Л. Учебные исследования явлений гидродинамики: учебное пособие / под ред. В.В. Майера. – Глазов: ГГПИ, ООО «Глазовская типография», 2012. – 88 с.
2. Иванов Ю.В. Модель поршневого насоса с воздушной камерой // Учебная физика. – 1997. – № 3. – С. 9–11.
3. Майер В.В. Изучение гидравлического удара // Учебная физика. – 2002. – № 3. – С. 11–15.
4. Майер В.В. Кумулятивный эффект в простых опытах. – М.: Наука, 1989. – 192 с.
5. Майер В.В. Оптимизация информации для учебного исследования // Учебная физика. – 2003. – № 6. – С. 66–74.
6. Майер В.В. Оптика: Теория. Эксперимент. Задания. – Глазов: ГГПИ, 1996. – 196 с.
7. Майер В.В. Основы физики воздухоплавания // Учебная физика. – 2002. – № 5. – С. 3–8.
8. Майер В.В. Простые опыты со струями и звуком. – М.: Наука, 1985. – 128 с.
9. Майер В.В. Реакция вытекающей и втекающей струй // Квант. – 1978. – № 9. – С. 20–21.
10. Майер В.В. Учебная физика как дидактическая модель физической науки // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – Ч. 6. – С. 1386–1389.

11. Майер В.В., Вараксина Е.И. Гейзер и парореактивный двигатель // Потенциал. – 2012. – № 5. – С. 63-72.

12. Майер В.В., Вараксина Е.И. Звук и ультразвук в учебных исследованиях. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 336 с.

13. Майер В.В., Вараксина Е.И. Оптимизация проектной деятельности студентов (на примере исследования быстропротекающих процессов) // Школа – ВУЗ: достижения и проблемы фундаментального образования: сборник статей Всерос. науч.-практ. конференции с международным участием. Екатеринбург, 4–5 декабря 2012 г. В 2 ч. Ч. 1. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – С. 105–109.

14. Майер В.В., Вараксина Е.И. Электронные стробоскопы для учебных опытов // Потенциал. – 2010. – № 11. – С. 68–76.

15. Майер В.В., Вараксина Е.И., Исакова М.Л. Содержание и технология проектной деятельности по учебному исследованию гидравлических механизмов // Учебная физика. – 2012. – № 2. – С. 3–16.

References

1. Varaksina E.I., Isakova M.L. *Uchebnye issledovaniya yavleniy gidrodinamiki: uchebnoe posobie* [Educational researches of the phenomena of hydrodynamics: manual]. Glazov, GGPI, Glazovskaya tipografiya, 2012. 88 p.

2. Ivanov Yu.V. *Uchebnaya fizika – Educational physics*, 1997, no. 3, pp. 9–11.

3. Mayer V.V. *Uchebnaya fizika – Educational physics*, 2002, no. 3, pp. 11–15.

4. Mayer V.V. *Kumuljativnyi effekt v prostyh opytah* [Cumulative effect in simple experiences]. Moscow, Nauka, 1989. 192 p.

5. Mayer V.V. *Uchebnaya fizika – Educational physics*, 2003, no. 6, pp. 66–74.

6. Mayer V.V. *Optika: Teoriya. Eksperiment. Zadaniya* [Optics: Theory. Experiment. Tasks]. Glazov, GGPI, 1996. 196 p.

7. Mayer V.V. *Uchebnaya fizika – Educational physics*, 2002, no. 5, pp. 3–8.

8. Mayer V.V. *Prostye opyty so struyami i zvukom* [Simple experiences with streams and sound]. Moscow, Nauka, 1985. 128 p.

9. Mayer V.V. *Kvant – Quantum*, 1978, no. 9, pp. 20–21.

10. Mayer V.V. *Fundamentalnye issledovaniya – Basic researches*, 2012, no. 11, v. 6, pp. 1386–1389.

11. Mayer V.V., Varaksina E.I. *Potentsial – Potential*, 2012, no. 5, pp. 63–72.

12. Mayer V.V., Varaksina E.I. *Zvuk i ultrazvuk v uchebnykh issledovaniyakh* [Sound and ultrasound in educational researches]. Dolgoprudnyi, Intellect, 2011. 336 p.

13. Mayer V.V., Varaksina E.I. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Shkola i VUZ: dostizheniya i problemy fundamentalnogo obrazovaniya»* [All-Russia scientific and practical conference «School and Higher Education Institution: achievements and problems of fundamental education»]. Ekaterinburg, UrFU, 2012, v. 1, pp. 105–109.

14. Mayer V.V., Varaksina E.I. *Potentsial – Potential*, 2010, no. 11, pp. 68–76.

15. Mayer V.V., Varaksina E.I., Isakova M.L. *Uchebnaya fizika – Educational physics*, 2012, no. 2, pp. 3–16.

Рецензенты:

Казаринов А.С., д.п.н., профессор кафедры информатики, теории и методики обучения информатике, ФГБОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко», г. Глазов;

Сафонова Т.В., д.п.н., профессор кафедры педагогики, ФГБОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г.Короленко», г. Глазов.

Работа поступила в редакцию 22.11.2013.