

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Педагогический институт

Кафедра физики и методики ее преподавания

Изучение закона преломления света в школьном курсе физики

АВТОРЕФЕРАТ

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 452 группы

направление 44.03.01 «Педагогическое образование»

профиль подготовки «Физика»

Джуманазарова Мухаммета

Научный руководитель

доцент, к.п.н.



Н.Г. Недогреева

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.



Т.Г. Бурова

Саратов 2026

Введение

Гидростатика – это раздел физики сплошных сред, изучающий равновесие жидкостей (в частности, в поле тяжести). При изучении гидростатики возможно провести некоторые аналогии с теорией упругости, изучающей равновесие твёрдых тел; при этом, в отличие от твёрдого тела, жидкость не оказывает сопротивления сдвиговым напряжениям. Именно поэтому в жидкости не может существовать анизотропии напряжений. Следовательно, вместо многокомпонентного тензора (для твёрдого тела), напряжения в жидкости описываются единственной величиной – давлением.

Гидростатика играет важную роль в школьном курсе физики, так как изучает равновесие жидкостей, в частности, в поле действия силы тяжести, а также воздействие жидкостей на тела, погружённые в них. Эта тема помогает: объяснить, почему от плотности воды зависит, будет ли предмет плавать или тонуть, как сила Архимеда заставляет лодки держаться на поверхности воды, понять, как работает подводная техника или как влияет глубина океана на поведение воды.

Изучение гидростатики в школе включает изучение теоретических знаний и решение задач, а также использование определённых методов обучения. В школьном курсе физики гидростатика представлена двумя основными законами – законом Паскаля и законом Архимеда.

Одним из ярких примеров проявления гидростатических явлений считается работа фонтанов. Фонтаны – это не только потрясающее зрелище, но и неоспоримая польза для человека.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение законов гидростатики в школьном курсе физики.

Задачи исследования: изучить законы гидростатики; проанализировать современные направления изучения физических явлений в школьном курсе физики, привести примеры методических материалов для работы учителя.

Краткое содержание

В первом разделе – Теоретические аспекты анализа изучения законов гидростатики в школьном курсе физики рассмотрен краткий анализ теоретического материала и проанализированы инновационные тенденции изучения физических явлений в средней школе.

Краткий анализ теоретического материала включает рассмотрение законов гидростатики и историю появления фонтанов.

Изучение вопросов гидростатики начинается в 7 классе в главе 3 «Давление твердых тел, жидкостей и газов» по учебнику И.М. Перышкина, А.И. Иванова, в главе 6 «Давление жидкостей и газов» по учебнику А.В. Грачева. Далее учебный комплекс А.В. Грачева продолжает изучение законов гидростатики в 10 классе в главе 5 «Статика» в параграфе «Законы гидро- и аэростатики».

Одной из основных задач гидростатики является задача изучения распределения давления в жидкости. Зная это распределение, на основании законов гидростатики можно рассчитать силы, которые действуют со стороны этой жидкости на погруженные в нее тела, к примеру, на опоры моста, на стенки и дно сосуда, на подводную лодку. Также на законах гидростатики основано действие сифонов и фонтанов.

Основными теоретическими знаниями, которые предлагаются школьникам для изучения являются: **гидростатическое давление** – давление, которое создаёт жидкость, находящаяся в состоянии равновесия при наличии силы тяжести; **сообщающиеся сосуды** – ёмкости, соединённые между собой, жидкость может свободно перетекать из одного сосуда в другой. Уровень жидкости с одной плотностью в сообщающихся сосудах всегда одинаков; **закон Паскаля** – давление, производимое внешними силами на покоящуюся жидкость, передаётся без изменений во все её точки одинаково по всем направлениям и **закон Архимеда** – на тело, погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости в объёме погружённой части тела.

Формула гидростатического давления – зависимость давления жидкости от глубины – для несжимаемой жидкости в однородном поле тяготения имеет вид $p = \rho gh$, где p – давление слоя жидкости, Па; ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – коэффициент силы тяжести, Н/кг; h – высота слоя жидкости, м.

Давление столба жидкости равно произведению плотности жидкости ρ на модуль ускорения свободного падения g и высоту h столба жидкости.

Вывод: чтобы определить давление на дно сосуда, нужно силу, действующую на дно, разделить на площадь дна. В нашем случае сила — это вес жидкости, находящейся в сосуде. Поскольку жидкость в сосуде неподвижна, её вес равен силе тяжести, которую можно вычислить, если известна масса жидкости.

Важно: давление, создаваемое слоем жидкости, не зависит от её массы, а зависит от плотности жидкости, высоты её слоя и места наблюдения. При увеличении толщины слоя жидкости или её плотности гидростатическое давление будет возрастать. Основные выводы представлены на рисунке 1.

В школьном курсе физики изучают **закон Паскаля** и **закон Архимеда**. Эти законы связаны с поведением жидкостей и газов, на которые оказывается давление, и с действием выталкивающей силы на тело, погружённое в жидкость.

Закон Паскаля. В состоянии равновесия давление жидкости не зависит от ориентации площадки, на которую оно оказывает воздействие. Давление, которое оказывают внешние силы на жидкость, передаётся ей одинаково по всем направлениям.

Закон Паскаля открыт более 300 лет назад. Он имеет первостепенное значение в инженерии и механике. О сути и значимости закона Паскаля рассказали профильные издания.

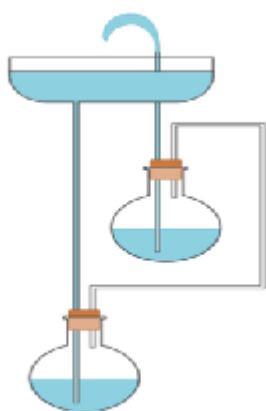
Закон Паскаля – основной закон гидростатики, сформулированный в 1653 году французским ученым Блезом Паскалем. Он гласит, что давление, оказываемое на жидкость, передается ей одинаково во всех направлениях.

Закон Архимеда. Наличие гидростатического давления, которое обусловлено полем силы тяжести, приводит к тому, что на тело, находящееся в жидкости, действует выталкивающая сила. Данная сила направлена вертикально вверх, её величина равна весу жидкости, объём которой равен объёму части тела, погружённого в жидкость.

Закон Архимеда имеет широкое практическое применение и находит применение не только в области физики, но и в различных инженерных и технических задачах, связанных с плаванием, строительством судов, подводной архитектурой и многими другими областями.

Далее рассмотрен один из наиболее красивых моментов в использовании законов гидростатики в жизни – **История появления фонтанов. Фонтан Герона.**

Фонтан Герона состоял из трех сосудов, помещенных один над другим и соединённых между собой. Два нижних сосуда были закрыты, а верхний сосуд имел форму открытой чаши, в которую наливалась вода. Также вода наливалась и в средний сосуд, позже закрываемый. По трубке, идущей от дна чаши почти до дна нижнего сосуда, вода текла из чаши вниз и, сжимая находящийся там воздух, увеличивала его упругость. Нижний сосуд был сообщен со средним посредством трубки, по которой давление воздуха передавалось в средний сосуд. Производя давление на воду, воздух заставлял ее подниматься из



среднего сосуда по трубке в верхнюю чашу, где из конца этой трубки, возвышающейся над поверхностью воды, и бил фонтан. Вода фонтана, падающая в чашу, текла из нее по трубке в нижний сосуд, где уровень воды постепенно повышался, а уровень воды в среднем сосуде понижался. Вскоре фонтан переставал работать. Чтобы запустить его заново, надо было поменять местами нижний и

средний сосуды (рис. 1).

Рисунок 1 – Фонтан Герона

Второй параграф первого раздела посвящен рассмотрению основных инновационных тенденций изучения физических явлений в средней школе. Современное образование находится в состоянии глубокой трансформации, вызванной ускорением темпов развития общества, ростом информационных потоков и сменой приоритетов с простого накопления знаний на развитие личности. Главный вектор изменений – переход от традиционного обучения (как передачи готовых знаний) к инновационному обучению, которое готовит человека к жизни в быстро меняющемся и неопределенном будущем.

Покажем основные инновационные тенденции, наблюдаемые в современном образовании, в частности при изучении физики.

1. Смена образовательной парадигмы: от знаний – к деятельности, новые образовательные результаты, системно-деятельностный подход, универсальные учебные действия.

2. Новые педагогические технологии и методы: интерактивное обучение, - технологии активизации деятельности, технологии эффективного управления, - дифференциация и индивидуализация обучения, групповые и коллективные способы обучения, информационно-коммуникационные технологии.

3. Изменение роли учителя: не только носитель знаний, но и организатор, консультант, фасилитатор, способен к творчеству, импровизации и постоянному саморазвитию, владеет современными технологиями и методами обучения, готов к сотрудничеству с учениками, созданию психологически комфортной среды, активный участник инновационного процесса.

В широком смысле, инновации в образовании можно разделить на несколько групп:

1) в содержании образования: обновление учебных планов и программ, появление новых предметов и интегративных курсов,

2) в образовательных технологиях: внедрение ИКТ, дистанционного обучения, игровых и проблемных методик,

3) в организации: создание новых типов школ (гимназии, лицеи), изменение форм работы (групповая, проектная), кабинетная система,

4) в системе управления и финансирования,

5) в отношениях «учитель-ученик»: переход от субъект-объектных к субъект-субъектным, партнерским отношениям, основанным на сотрудничестве.

В настоящее время в школьной практике широко применяются технологии продуктивного сотрудничества. Каждая из таких технологий имеет свои методы и техники. Рассмотрим их немного подробнее. Как известно из нормативных документов, образование сегодня переходит от модели, где учитель был просто «транслятором знаний», к модели совместной работы учителя и учеников и учеников друг с другом. Это называется сотрудничеством в ходе овладения знаниями.

Также отмечается, что инновационное обучение должно формировать у учеников способность к сотрудничеству с другими людьми, чтобы быть готовыми к быстро меняющемуся обществу. В концепция ФГОС зафиксирован важнейший переход: «...от индивидуальной формы усвоения знаний к признанию решающей роли учебного сотрудничества в достижении целей обучения». Это означает, что согласно новым стандартам, сотрудничество становится не просто желательной формой работы, а решающим условием для достижения образовательных результатов.

Во втором разделе представлены примеры практической деятельности учителя показаны:

1 Урок открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков

2 Комбинированный урок на тему «Основы гидромеханики» (10 класс)

3 Пример экспериментального исследования. Моделирование фонтана Герона.

Урок открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков. Проводится в форме беседы.

Цель урока:

- *образовательная*: сформировать знания учащихся при изучении закона Архимеда, умение добывать и применять знания, формирование навыков самообразования при решении проблемных и экспериментальных задач;

- *развивающая*: формирование кругозора учащихся, умение аргументировано объяснять, делать выводы из экспериментов, работать с таблицами, приводить примеры, развитие познавательного интереса активности, памяти, воли и выражение своих мыслей и эмоций;

- *воспитательная*: воспитание культуры речи, формирование коммуникативной культуры учащихся, взаимопомощи.

На этапе изучения нового материала проводится *Экспериментальная проверка закона Архимеда*.

Предположите, какие факторы будут влиять на значение выталкивающей силы (*проблемный вопрос*)

Класс делится на группы и выполняет опыт с разными заданиями:

- выяснить, от каких факторов зависит архимедова сила,
- выяснить, от каких факторов не зависит архимедова сила.

В качестве домашнего задания учащимся можно дать творческие задания и эксперимент из подручных материалов.

В работе представлен Комбинированный урок на тему «Основы гидромеханики» (10 класс)

Перечень вопросов, рассматриваемых на уроке:

1. Сила давления
2. Давление
3. Закон Паскаля
4. Гидростатическое давление
5. Атмосферное давление
6. Закон Архимеда

К уроку были подобраны Примеры задач для актуализации знаний по теме «Гидростатика»

Также разработано игровое задание: «Повелители давления: Тайна фонтана Герона».

Цель игры: Понять принцип работы Фонтан Герона через наблюдение, эксперимент и командную работу.

Необходимый реквизит: Модель фонтана Герона (3 сосуда и трубки), вода, секундомер, мерный стакан, карточки с заданиями.

Ход игры (Технология «Продуктивное сотрудничество»)

Класс делится на команды по 4 человека.

Роли в команде:

- «Инженер» — собирает и запускает модель.
- «Наблюдатель» — следит за уровнем воды.
- «Хронометрист» — измеряет время работы фонтана.
- «Аналитик» — объясняет происходящее и делает выводы.

Уровень 1. «Запусти чудо»

Верхний сосуд наполняют водой. Вода начинает стекать вниз, и фонтан начинает работать.

Задание:

1. Запустить фонтан.
2. Измерить время непрерывной струи.
3. Наблюдать, из какого сосуда вода поднимается вверх.

Вопрос команде: Почему вода поднимается вверх без насоса?

Вывод: Фонтан работает благодаря давлению воздуха. Когда вода перетекает в нижний сосуд, воздух сжимается и выталкивает воду вверх.

Уровень 2. «Сила давления»

Команды изменяют высоту расположения сосудов.

Задание:

- Поднять или опустить один из сосудов.
- Наблюдать, как изменится высота струи.

Вопрос: От чего зависит высота струи?

Вывод: Чем больше разница высот, тем больше давление и выше струя.

Уровень 3. «Когда фонтан остановится?»

Задание:

Предсказать момент остановки фонтана.

Обсуждение:

- Что произойдёт, когда уровни воды сравняются?
- Почему фонтан не может работать вечно?

Вывод: Когда давление выравнивается, движение прекращается.

Творческое задание «Объясни без формул»

Команды получают карточки:

- «Воздушный шарик»
- «Сообщающиеся сосуды»
- «Шприц»
- «Водопровод»

Нужно объяснить принцип фонтана через этот пример.

В последнем параграфе практической части работы представлены примеры Пример экспериментального исследования. Моделирование фонтана Герона. Работа была сделана в рамках дисциплины проектная деятельность в компьютерном и натурном эксперименте автором диплома.

Исследование работоспособности модели фонтана Герона. Для того чтобы наш фонтан начал работать, в один из нижних сосудов было залито максимальное количество воды (не допуская залива отверстия воздуховода). Другой сосуд был совсем пустым, и в него началась подача воды из чаши фонтана. Тут же струя воды начала выплёскиваться из сопла фонтан начал работать.

Исследование технических характеристик фонтана.

1) Исследование зависимости высоты струи фонтана от разности уровней воды в сосудах. Это исследование выявило прямую зависимость между уменьшением разности уровней воды в сосудах и уменьшением высоты самого фонтана. Вода из сопла полностью переставала выливаться при выравнивании уровня воды в обоих сосудах. И наоборот, максимальная высота струи фонтана была при наибольшей разности уровней в емкостях. При исследовании данной модели удалось достичь высоты струи фонтана в 11 см, однако максимум продлился всего лишь 5 секунд, так как разность уровней в сосудах меняется достаточно быстро.

2) Исследование продолжительности работы фонтана от технических особенностей конструкции. Это исследование выявило две технических особенности разработанной конструкции, наиболее сильно влияющих на продолжительность работы фонтана.

Во-первых, это объем сосудов. Чем больше, сосуд, тем дольше он должен наполняться водой, подающейся из чаши фонтана. И одновременно, из сосуда, имеющего большой объем, вода дольше вытесняется через сопло фонтан дольше работает.

Во-вторых, на продолжительность работы фонтана очень сильно влияет пропускная способность сопла, то есть какой объем воды может пройти через эту пластиковую трубку за определенный отрезок времени. При этом, чем тоньше струя фонтана, тем дольше он работает. То есть для длительной работы фонтана Герона выходное отверстие сопла должно быть достаточно небольшим.

У созданной модели размер выходного отверстия сопла равен 2 миллиметрам. Наша модель фонтана, с объёмом сосудов 1,4 литра и размером выходного отверстия сопла 2 мм, работала 5 минут 12 секунд.

Вывод: нам удалось собрать действующий фонтан. Изменения, внесённые в конструкцию фонтана, позволили установить ёмкости стационарно и жёстко закрепить их с чашей фонтана. Чтобы фонтан постоянно работал, сосуды не нужно менять местами, как в классической модели, а достаточно переставить

сопло. Для того чтобы фонтан работал дольше нужно взять ёмкости большие по объёму, а выходное отверстие сопла по диаметру должно быть не большим.

Заключение

В выпускной квалификационной работе представлено авторское понимание изучения законов гидростатики. В ходе исследования были проанализированы теоретические аспекты изучения законов гидростатики в школьном курсе физики, проведен краткий анализ теоретического материала. Особый интерес связан с вопросами использования изучаемых в школе законов при изучении действия фонтанов. Подробно были изучены вопросы, связанные с историей появления фонтанов, в частности, фонтан Герона.

Во втором параграфе первого раздела были рассмотрены инновационные тенденции изучения физических явлений в средней школе.

В примерах практической деятельности учителя физики были представлены: урок открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков, комбинированный урок на тему «Основы гидромеханики» для 10 класса.

Особо хочется обратить внимание на пример экспериментального исследования по моделированию фонтана Герона, которое было проведено автором ВКР.

Несмотря на то, что изобретению Герона Александрийского уже более двух тысяч лет, его работа имеет научный и практический смысл даже в настоящее время. Прибор Герона не использует привычные для нас виды энергии. Он не нуждается в тепловой или электрической энергии. Нетрадиционные виды энергии, которые Герон талантливо заставил работать в своем приборе, могут быть использованы и в наше время. Экономия энергии сейчас является очень важной задачей во всем мире. Многие ученые ищут нетрадиционные способы использования энергии, и опыт Герона вполне может помочь в этом. Главной задачей моей работы являлось исследование возможности фонтана работать при произведенных изменениях конструкции.

Собранная конструкция показала устойчивую работу фонтана. Модель получилась действительно действующей.

В результате проделанной работы было показано, как работает фонтан Герона. Основным принцип его работы – действие сообщающихся сосудов. Мною была изготовлена действующая модель фонтана Герона. Фонтан прост в изготовлении и доступен, хотя пришлось побороться с трудностями при герметизации сосудов. Также данный прибор наглядно демонстрирует некоторые физические законы гидростатики. Еще фонтаны являются частью мер при создании комфортной, экологически безопасной среды обитания человека.

Следует отметить, что цель работы достигнута, поставленные задачи решены.

Список использованных источников состоит из 24 наименований, наиболее важные из которых:

1. Баяндин Д.В., Финский А.Е. Интерактивные компьютерные модели при изучении гидростатики и гидродинамики в средней школе // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnye-kompyuternye-modeli-pri-izuchenii-gidrostatiki-i-gidrodinamiki-v-sredney-shkole> (дата обращения 20.02.2026).

2. Гидростатика. Определение и основные понятия гидростатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.webmath.ru/poleznoe/fizika_71_gidrostatika.php (дата обращения 03.02.2026).

3. Дубровских Н.В. Из прошлого в настоящее – фонтан Герона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://school-science.ru/9/11/43853> (дата обращения 03.02.2026).

4. Закон Архимеда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.sravni.ru/ege-oge/info/fizika-zakon-arhimeda/> (дата обращения 19.02.2026).

5. Организация проектной деятельности учащихся. Ч.2. Методические рекомендации по использованию преимуществности натурального и компьютерного лабораторного эксперимента: Учебное пособие / Сост. Н.Г. Недогреева, М.Н. Нурлыгаянова, И.С. Козлова. – Саратов: Изд-во Издательский Центр «Наука», 2013. – 84 с.



М. Джуманазаров