

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Изучение сил в механике**  
**АВТОРЕФЕРАТ**  
**БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 5 курса 533 группы

направления 44.03.01 «Педагогическое образование» физического факультета

Слепченко Екатерины Владимировны

Научный руководитель

к.п.н., доцент

05.06.2020



Н.Г. Недогреева

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

05.06.2020



Т. Г. Бурова

Саратов-2020

## Введение

Предмет физика вносит большой вклад в формирование основ мировоззрения, единой картины мира благодаря раскрытию единства в многообразии взаимосвязи и обусловленности явлений, показа на конкретных примерах сущности философских категорий и терминов. Ученик, окончивший среднюю школу должен получить такой объем знаний, который позволит ему понимать различные физические явления и законы, их проявления в природе, основные идеи технического использования физики и преобразования природы, ее новейшие достижения и перспективы развития. Этому способствуют некоторые экспериментальные и интеллектуальные умения, полученные на уроках. В соответствии с ФГОС ученик в процессе обучения должен овладеть универсальными учебными действиями (УУД), а также сформировать и качествами необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

Школьная программа по физике состоит из нескольких больших разделов: механика, электродинамика, колебания и волны оптика, квантовая физика, молекулярная физика и тепловые явления. В нашей работе мы остановимся на разделе «Механика» и рассмотрим одну конкретную проблему – изучение сил в механике. В квалификационной работе будет проведен анализ формирования и развития теоретических представлений о силах в механике в ходе изучения всего школьного курса физики, а также даны примеры практических разработок урочной и внеурочной деятельности учащихся при изучении данного материала.

Цель бакалаврской работы: на основе анализа планируемых результатов реализации программы при изучении сил в механике подобрать дидактические материалы для практической деятельности учителя.

Задачи работы можно сформулировать следующим образом: 1) провести теоретический обзор учебного материала, предлагаемого для изучения, 2) разработать дидактические материалы для проведения урочной и внеурочной деятельности учителя.

## Краткое содержание

Первый раздел квалификационной работы «**Методологический обзор теоретических сведений по изучению сил в разделе «Механика»**» состоит из анализа требований нормативных документов и общих теоретических сведений по разделу «Механика».

Изучение дисциплины «Физика» в настоящее время проходит в рамках предметной области «Естествознание» и осуществляется на нескольких уровнях: базовом, профильном и интегрированном и направлено на достижение следующих целей: освоение знаний о физических явлениях, величинах их характеризующих, законах, которым они подчиняются; овладение умениями проводить наблюдения явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, а также применять полученные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни.

Планируемые образовательные результаты реализации основной образовательной программы области механические явления заключаются в том, что: выпускник научится:

- распознавать механические явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений;
- описывать изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины;
- анализировать свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы и принципы; решать задачи, используя физические законы и формулы.

Выпускник получит возможность научиться: использовать знания о механических явлениях в повседневной жизни, приводить примеры практического использования физических знаний о механических явлениях и физических законах; различать границы применимости законов, понимать характер их фундаментальности; находить адекватную предложенной задаче физическую модель; разрешать и оценивать проблему на основе имеющихся знаний с использованием математического аппарата.

В настоящее время в Саратове и Саратовской области наиболее распространенными являются учебники: А.В. Перышкин (7-9 кл.), Г.Я. Мякишев и Б.Б. Буховцев (10-11 кл.), Л.С. Хижнякова и А.А. Синявина (7-9 кл.).

Приведем краткий перечень тем, относящихся к изучению сил в механике.

А.В. Перышкин 7 класс. Глава 2. Взаимодействие тел, §§ 23-32. (Сила. Явление тяготения. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Единицы силы. Связь между силой тяжести и массой тела. Динамометр. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил. Сила трения. Трение покоя. Трение в природе и технике).

А.В. Перышкин, Е.М. Гутник 9 класс. Глава 1. Законы взаимодействия и движения тел, §§ 11-16. (Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх. Невесомость. Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения на Земле и других небесных тел).

Л.С. Хижнякова и А.А. Синявина 7 класс. Глава 3. Законы движения, §§ 17-19. (Сила. Второй закон Ньютона. Равнодействующая сил. Измерение массы. Третий закон Ньютона). Глава 4. Силы в механике, §§ 20-27. (Силы всемирного тяготения. Сила тяжести. Сила упругости. Вес тела. Невесомость. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Движение тела под действием силы трения. Центр масс. Центр тяжести тела).

Л.С. Хижнякова и А.А. Синявина 9 класс. Глава 1. Методы изучения механического движения и взаимодействия тел, §§ 1-3. (Методы описания механического движения. Векторные и скалярные физические величины. Решение основной задачи механики для движения тела под действием силы тяжести. Методы решения задач по динамике).

Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев 10 класс. Глава 4 Силы в механике, §§ 31-40. (Силы в природе. Силы всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость. Сила тяжести и вес. Невесомость. Деформация и силы упругости. Закон Гука. Роль сил трения. Силы трения между соприкасающимися поверхностями твёрдых тел. Силы сопротивления при движении твёрдых тел в жидкостях и газах).

Представленные в теоретических сведениях определения касаются, прежде всего, основополагающих понятия – сила и масса.

Сила является количественной мерой интенсивности взаимодействия. В физике силой называют физическую величину, характеризующую изменение скорости тела, являющуюся мерой взаимодействия тел. Сила имеет направление, т.е. сила – это величина векторная. Обозначается в физике буквой  $F$  со стрелочкой над ней ( $\vec{F}$ ). Единицей силы в физике является один  $1\text{ Н}$  (ньютон).  $1\text{ Н}$  – это сила, которая за  $1\text{ с}$  изменяет скорость тела массой  $1\text{ кг}$  на  $1\text{ м/с}$ .

Известно, что при одинаковых взаимодействиях различные тела неодинаково изменяют свою скорость движения. Характер изменения движения зависит не только от величины силы и времени её действия, а и от свойств самого тела. Свойство тел, которое выражается в способности сохранять во времени своё состояние (скорость движения, направление движения или состояние покоя), называется инертностью. Такой мерой способности тела препятствовать изменению состояния движения (мерой инертности) является его масса. При одинаковом воздействии со стороны окружающих тел одно тело может быстро изменять свою скорость, а другое в тех же условиях – значительно медленнее. Принято говорить, что второе из этих двух тел обладает большей инертностью, или, другими словами, второе тело обладает большей массой.

В механике наиболее часто имеют дело с силами тяготения, трения и упругости. Подробно эти силы изучаются в школьном курсе физики. Напомним основные выражения для этих сил и вкратце рассмотрим условия их применимости.

Особое внимание в работе уделено второму закону Ньютона. Второй закон Ньютона – это не просто формула  $\vec{F} = m\vec{a}$ , позволяющая из каких-либо двух известных величин найти третью. По словам американского физика-теоретика Ричарда Фейнмана (1918-1988), этот закон «даёт нам хорошую программу анализа природы», он подсказывает, что в каждом конкретном случае, прежде всего, следует обратить внимание на силу, приложенную к телу, и, «если мы видим, что сила не равна нулю, мы ищем по соседству её источник».

С поиска источников сил и начинается, как правило, решение любой задачи в динамике.

Для решения большинства задач динамики достаточно уметь оперировать стандартным набором из четырёх сил. Чаше всего встречается *сила тяжести*  $F_m$ . Она действует на все тела в окрестности Земли, направлена вертикально вниз и равна произведению массы тела на ускорение свободного падения (вблизи поверхности Земли  $g = 9,8 \text{ м/с}^2 = 10 \text{ м/с}^2$ ):  $\vec{F}_m = m\vec{g}$ .

Следующий важный тип сил – *силы нормальной реакции*  $\vec{N}$ . Они всегда возникают при давлении одного тела на поверхность другого и направлены перпендикулярно к этой поверхности. Термин «нормальный» здесь понимается в геометрическом смысле: перпендикулярный чему-либо. Возникают силы реакции из-за деформации поверхности в точках соприкосновения тел и потому имеют упругую природу. Роль таких сил особенно важна из-за их тесной связи с другим важнейшим типом сил – *силами трения*.

Они также возникают в точках соприкосновения поверхностей двух тел, но направлены по касательной к ним и препятствуют движению соприкасающихся тел относительно друг друга. При этом если тело остаётся в покое, несмотря на внешнее воздействие, то соответствующая сила называется *неполной силой трения* или *силой трения покоя*. Она всегда равна по модулю и направлена противоположно внешней силе, действующей параллельно соприкасающимся поверхностям. С ростом данной силы увеличивается и сила трения покоя. Её максимальное значение равно *силе трения скольжения*, возникающей в момент начала движения одного тела по поверхности другого. Модуль силы находится по закону:  $\vec{F}_{mp} = t\vec{N}$ , где  $t$  – *коэффициент трения*, зависящий лишь от материала тел и качества обработки их поверхностей.

Следующий вид часто встречающихся сил – *силы натяжения нитей*  $\vec{T}$ . Они действуют на тела в точках их соединения с нитью (или тросом, верёвкой и т.д.) и всегда направлены вдоль неё. В большинстве задач динамики используется идеализированное представление о невесомой и нерастяжимой нити. Тогда

силы натяжения, возникающие на её концах, одинаковы. Это легко понять, если учесть, что по третьему закону Ньютона в концевых точках со стороны тел на нить действуют противоположно направленные силы. Если считать, что нить нерастяжима (и, следовательно, все её точки движутся с одинаковым ускорением), а её масса ничтожно мала ( $m = 0$ ), то, применив к ней второй закон Ньютона:  $ma = T_1 - T_2$ , получим, что  $T_1 = T_2$ . Следовательно, равными должны быть и силы натяжения, приложенные к телам со стороны нити.

Во втором разделе работы «Дидактические материалы для практической деятельности учителя физики при изучении сил в разделе «Механика» представлены методические разработки четырех уроков, два из которых (усвоение новых знаний и комплексного применения знаний и умений) построены по структуре, рекомендуемой ФГОС). Два других – урок основанный на имитации деятельности организаций и учреждений (суд над инерцией) и урок-игра могут быть реализованы учителем как в урочной, так и во внеурочной деятельности. Кроме этого предложен пример проведения проектной деятельности с использованием компьютерных обучающих программ «Открытая физика», «Живая физика» и натурального эксперимента по изучению силы трения.

Урок усвоение новых знаний для 7 класса на тему: «Сила упругости. Закон Гука» составлен в соответствии с требованиями новых стандартов (имеет рекомендуемую структуру, направлен на формирование универсальных учебных действий).

Разнообразные формы работы, показанные в разработке, позволяют учителю выбрать наиболее приемлемые для определенной группы учащихся. Как правило, в 7 классе учитель на уроке успевает только объяснить новый теоретический материал и решить от силы две три простые задачи. К такому традиционному видению урока мы предлагаем для проверки первичного понимания работу с натурным экспериментом и интерактивной моделью. Сопоставив результаты, учащиеся могут сделать вывод, что при заданной жесткости удлинение пружины изменяется прямо пропорционально весу тела.

Предложенный урок по теме «Виды взаимодействий, силы в механике и их характеристика» для 10-й класса является уроком систематизации и обобщения знаний учащихся. Цель урока для учащихся: научиться определять вид силы по разным взаимодействиям тел, давать характеристику любой механической силы и систематизировать, обобщая изученный материал. Цель урока для учителя: сформировать понимание учащимися характеристики механической силы, ее природы проявления и действия, которое она описывает, а также систематизировать знания учащихся о силах в механике.

Основным приемом является построение алгоритма процесса обучения на основе обобщенных планов и таблиц с использованием информационно-коммуникационных технологий.

Урок начинается с формирования проблемной ситуации: учитель демонстрирует картинку из басни И.А. Крылова «Лебедь, рак и щука» и задает вопросы классу: Объясните с точки зрения второго закона Ньютона почему после всех усилий «А воз и ныне там»?

В работе представлены два нетрадиционных урока – урок на основе имитации деятельности учреждений и игровой урок. Основной целью таких уроков является попытка в интересной форме обобщить, закрепить знания, полученные по теме, научить видеть проявления изученных закономерностей в окружающей жизни, совершенствовать навыки решения качественных и расчетных задач, расширить кругозор учащихся, развить коммуникативные способности.

Пример проектной деятельности представлен несколькими направлениями работы. Это индивидуальная и групповая деятельность и исследование с использованием компьютерного и натурального эксперимента.

Например, изучить и проанализировать движение тела по наклонной плоскости с помощью интерактивной модели можно предложить для индивидуальной самостоятельной работы по применению знаний и умений.

При исследовании зависимость силы трения от массы тела предлагается работа с интерактивной моделью и натурным экспериментом (групповая проектная деятельность).

В эту работу можно также включить самостоятельное создание модели в компьютерной проектной среде «Живая физика».

В настоящее время проект широко используется в школьной практике как метод обучения, который может применяться на уроке и во внеурочное время, он ориентирован на достижение целей самих учащихся, и поэтому эффективен при формировании большого количества умений и навыков.

В основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков учащихся, умение самостоятельно конструировать свои знания, умение ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления. Использование метода проектов позволяет на деле реализовать деятельностный подход в обучении учащихся, интегрировать знания и умения, полученные ими при изучении различных школьных дисциплин на разных этапах обучения.

### **Заключение**

Выбранная тема квалификационной работы, на наш взгляд, крайне важна для изучения всего курса физики. Она закладывает основы для дальнейшего понимания сил разной природы.

Решение задач на составление уравнения движения в координатных осях с использованием второго закона Ньютона развивает пространственное мышление, подготавливает учащихся к изучению последующих тем, в частности относительности движения и пр.

В ходе изучения сил в механике формируются представления о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой.

Ученик научится анализировать механические явления и процессы, используя физические законы: закон всемирного тяготения, равнодействующая

сила, I, II и III законы Ньютона, закон Гука, при этом различать словесную формулировку законов и его математическое выражение, решать задачи, используя физические законы.

Основной целью изучения сил разной природы и, в частности, сил трения является создание условий для осознания учащимися блока новой учебной информации, включение личного опыта учащихся в процесс познания, повышения мотивации к учению через формирование отношения к изучаемому материалу.

### **Список использованных источников**

1. Грачев А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В. Физика. 7 класс : учебник. – 6-е изд., стереотип. – М.: Вентана-Граф, 2020. – 287 с.

2. Грачев А.В., Погожев В.А., Боков П.Ю. Физика. 9 класс : учебник. – 7-е изд., стереотип. – М.: Вентана-Граф, 2020. – 365 с.

3. Грачев А.В., Погожев В.А., Селецкий А.М. и др. Физика. 10 класс : базовый и углубленный уровни : учебник для учащихся общеобразовательных организаций. – 6-е изд., стереотип. – М.: Вентана-Граф, 2018. – 464 с.

4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru> (дата обращения 18.01.2020).

5. Львовская Г.Ф. Возможности исследовательской работы школьников в рамках компьютерного моделирования. В сборнике МКО «Научно-исследовательская деятельность учащихся». Отв. ред. Л.Е. Курнешова. Центр "Школьная книга", М., 2001. – С. 91-93.

6. Львовская Г.Ф. О преподавании механики с использованием программы «Живая физика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/1998-99/c/ljvovskaiy.html> (дата обращения 10.01.2020).

7. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев,

Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 19-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 366 с.

8. Новые стандарты в предметной области «Физика»: Учебное пособие / Сост. Б.Е. Железовский, Н.Г. Недогреева. – Саратов: Изд-во «Издательский Центр «Наука», 2012 г. – 58 с.

9. Образовательная система «Школа-2100» Программа по физике [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.school2100.ru/uroki/general/physics.php> (дата обращения 18.01.2020).

10. Организация проектной деятельности учащихся. Ч. 1. Методические рекомендации по использованию компьютерных программ «Открытая физика» и «Живая физика»: Учебное пособие / Сост. Н.Г. Недогреева, М.Н. Нурлыгаянова, И.С. Козлова. – Саратов: Изд-во Издательский Центр «Наука», 2013. – 78 с.

11. Организация проектной деятельности учащихся. Ч. 2. Методические рекомендации по использованию преимущественности натурального и компьютерного лабораторного эксперимента: Учебное пособие / Сост. Н.Г. Недогреева, М.Н. Нурлыгаянова, И.С. Козлова. – Саратов: Изд-во Издательский Центр «Наука», 2013. – 82 с.

12. Основные методические направления обучения физике: Учебное пособие / Сост.: Н.Г. Недогреева, М.Н. Нурлыгаянова. – Саратов: Изд-во «Центр «Просвещение», 2017. – 84 с.

13. Особенности деятельности учителей-предметников в условиях внедрения ФГОС второго поколения основного общего образования. Физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2017/03/11/prepodavanie-fiziki-v-ramkahfgos> (дата обращения 18.01.2020).

14. Перышкин А.В. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2013 – С. 67-95 (§§ 24-34).

15. Перышкин А.В. Физика. 9 кл.: учебник для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – 14-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2009. – 304 с.

16. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / Сост. Е.С. Савинов. – М.: Просвещение, 2011. – 454 с. (Стандарты второго поколения).

17. Примерные программы по учебным предметам. Физика. 7-9 классы. Естествознание. 5 класс. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 80 с. – (Стандарты второго поколения).

18. Примерные программы по учебным предметам. Физика. 10-11 классы: проект. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2011. – 46 с.

19. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурьшевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

20. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурьшевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.

21. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. – М.: Просвещение, 2011. – 48 с. – (Стандарты второго поколения).

22. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/> (дата обращения 18.01.2020).

23. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. образования; под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. – 4-е изд., дораб. – М.: Просвещение, 2011 – 79 с. – (Стандарты второго поколения).

24. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 7 кл., 8 кл.: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2010.

25. Электронный учебник по физике: все темы школьной программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nado5.ru/e-book/fizika> (дата обращения 16.01.2020).

*Ссу*

05.06.2020