

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-  
информационных технологий

**Методические рекомендации для проведения  
уроков по специальной теории относительности**

АВТОРЕФЕРАТ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
БАКАЛАВРА

студентки 4-го курса 461 группы  
направления подготовки 44.03.01  
«Педагогическое образование»,  
профиль «Физика»  
физического факультета  
Тихоновой Надежды Александровны

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент



30.06.16.

В.П. Вешнев

Зав. кафедрой ФиМИТ,

д.ф.-м.н., профессор



30.06.16.

Б.Е. Железовский

Саратов 2016

## **Введение**

Необходимость совершенствования преподавания специальной теории относительности в классах физико-математического и общего профиля средней школы требует научного исследования методики преподавания предмета. Этим объясняется актуальность настоящей выпускной квалификационной работы (ВКР).

Специальная теория относительности - раздел физики, который играет важную роль в формировании научного мышления и мировоззрения школьников, современных представлений о пространстве и времени. Поэтому, педагогическая целесообразность включения в школьный курс физики специальной теории относительности не подвергается сомнению.

Объект исследования: процесс изучения элементов специальной теории относительности в школе классов общего и физико-математического профилей.

Предмет исследования: методика изучения элементов специальной теории относительности в классах общего и физико-математического профилей.

Цель исследования заключается в разработке планов–конспектов уроков по элементам специальной теории относительности для учащихся классов общего и физико-математического профилей с учетом федерального государственного образовательного стандарта и современных педагогических и информационных тенденций.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы.

Главы называются:

глава 1 планы-конспектов уроков для классов общего профиля;

глава 2 планы-конспектов уроков для классов физико-математического профиля.

Новизна работы заключается в том, что предлагается в рассмотрение в физико-математический классов предлагается ввести изучение эффекта Доплера.

## **Основное содержание работы**

В ВКР было проведено исследование почасовой нагрузки на тему «специальной теории относительности» (СТО) по школам города. В ходе исследования была разработана программа для базового и углубленного изучения СТО. Различие программ заключается в глубине познания вопроса. Глубина познания любого вопроса можно условно разделить на три ступени: 1 ступень это значение того «**что это такое?**»; 2 ступень понимание «**как?**» это получается; 3 ступень ответы на все возможные вопросы «**почему?**».

Согласно учебникам по физики и средней почасовой нагрузке в школах города в первой главе была получена программа по разделу СТО для классов общего профиля:

- 1) постулаты теории относительности; преобразования Лоренца;
- 2) эффекты специальной теории относительности; относительность одновременности;
- 3) элементы релятивистской динамики; взаимосвязь массы и энергии.

В классах общего профиля в изложение материала преимущественно делается упор на ответы на вопрос «**что это такое?**» и в некоторых моментах поясняется «**как?**». Материал излагается в ознакомительном порядке.

Было разработано 4 плана-конспекта уроков для базового уровня изучения согласно требованиям федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС). Были выбраны темы и типы уроков, для каждого урока поставлена цель, поставлены задачи образовательные, воспитательные, развивающие, так же прописаны универсальные учебные действия (УУД) личностные, регулятивные, познавательные, логические, коммуникативные, которые реализуются по ходу урока.

### **Урок 1. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца**

Изложение материала начинается с истории возникновения СТО. Рассматривается принцип относительности Галилея.

$$K' \Rightarrow K \begin{cases} x = x' + vt' \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{cases} \quad K \Rightarrow K' \begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t = t' \end{cases}$$

Дается формулировка постулатов теории относительности:

**I постулат:** все законы природы имеют одинаковую форму во всех инерциальных системах отсчета. Этот постулат явился обобщением принципа относительности Ньютона не только на законы механики, но и на законы остальной физики. Первый постулат - принцип относительности.

**II постулат:** свет распространяется в вакууме с определенной скоростью  $c$ , не зависящей от скорости источника и от скорости приемника светового сигнала.

Далее в материале излагается преобразование Лоренца без его вывода.

$$K' \Rightarrow K \begin{cases} x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \frac{t' + \frac{x'v}{c^2}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{cases} \quad K \Rightarrow K' \begin{cases} x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t - \frac{xv}{c^2}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{cases}$$

В завершение урока для закрепления материала задаются ученикам вопросы по изученному материалу.

## Урок 2. Эффекты специальной теории относительности. Относительность одновременности

Второй урок начинается с актуализации знаний, для проверки понимания изученного материала ученикам раздаются карточки с вопросами.

Изложение материала начинается с эффектов СТО:

1) эффект замедления времени

$$\tau' = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \beta^2}} \Rightarrow \tau = \tau' \sqrt{1 - \beta^2}$$

2) сокращение длины  $l = l' \sqrt{1 - \beta^2}$ .

Объясняется относительность одновременности. Связь между временем в неподвижной и подвижной системах отсчета определяется формулой:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$t$  - время между двумя событиями в подвижной системе отсчета,

$t_0$  - в неподвижной системе отсчета,

$v$  - скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной,

$c$  - скорость света.

В заключение подводятся итоги урока и задается домашнее задание.

### **Урок 3. Элементы релятивистской динамики. Связь массы и энергии**

Урок третий начинается с проверки домашнего задания и актуализация знаний. В изложение нового материала, даются формулы для определения релятивистской массы тела в движущейся системе координат, релятивистского импульса материальной точки в движущейся системе координат. Излагается основной закон движения материальной точки в релятивистской динамике, далее энергия и в результате связь массы и энергии

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$$

В заключение подводятся итоги урока и на дом задаются подобранные задачи для решения.

### **Урок 4. Решение задач по теме «Релятивистская динамика». Самостоятельная работа**

Четвертый урок начинается с проверки выполнения домашнего задания. Для данного урока были подобраны задачи, и была разработана самостоятельная работа для базового уровня.

Согласно учебникам по физики и средней почасовой нагрузке в школах города во второй главе была получена программа по разделу СТО для классов физико-математического профиля:

- 1) принцип относительности Галилея; постулаты теории относительности;
- 2) преобразование Лоренца; эффекты специальной теории относительности;
- 3) эффект Доплера; относительность одновременности;
- 4) элементы релятивистской динамики; взаимосвязи массы и энергии.

В работе рекомендуется ввести в программу изучение эффекта Доплера. Эта рекомендация обусловлена тем, что для его рассмотрения помимо преобразования Лоренца достаточно знать понятие релятивистского интервала. Изучение эффекта Доплера позволит доказать относительность одновременности, вывести точную формулу для параллакса, объяснить понятия продольного и поперечного эффектов Доплера.

В классах с углубленным изучением физики и математики в связи с особенностями учебно-познавательной деятельности учащихся этих классов, изучение теории относительности вместе с раскрытием философских аспектов этой теории, предусматривает более широкое использование математического аппарата, абстрактных понятий, дедуктивного пути получения следствий из фундаментальных теоретических положений. Все это направлено в первую очередь на реализацию в полной мере принципа преемственности и организацию непрерывного процесса формирования фундаментальных понятий специальной теории относительности.

Важным моментом при изучении специальной теории относительности в классах физико-математического профиля является четкое научное обоснование всех выводов, утверждений и формул релятивистской физики и четкое представление о логической структуре и целостности этой физической теории.

Было разработано 6 планов-конспектов уроков для углубленного уровня изучения согласно требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Были выбраны темы и типы уроков, для каждого урока поставлена цель, поставлены задачи образовательные, воспитательные, раз-

вивающие, также прописаны универсальные учебные действия (УУД) личностные, регулятивные, познавательные, логические, коммуникативные, которые реализуются по ходу урока.

### **Урок 1. Принцип относительности Галилея. Исходные положения теории относительности. Постулаты теории относительности**

Изложение материала начинается с истории возникновения СТО. Вначале рассматривается принцип относительности Галилея, рассматриваются преобразования Галилея в том числе и в дифференциальной форме. Далее поясняются постулаты теории относительности. При подведении итогов задаются вопросы для проверки усвоения изучаемого материала.

### **Урок 2. Преобразования Лоренца. Эффекты специальной теории относительности**

Второй урок начинается с проверки домашнего задания и актуализации знаний. Изложение материала начинается с вывода уравнений преобразований Лоренца, основанных на принципах относительности. Далее изложение материала начинается с эффектов СТО:

- 1) эффект замедления времени;
- 2) сокращение длины;
- 3) закон сложения скоростей;
- 4) собственное время, инвариантность релятивистского интервала.

### **Урок 3. Эффект Доплера. Относительность одновременности**

Третий урок начинается с проверки выполнения домашнего задания и актуализации знаний. Изложение нового материала «Эффект Доплера» для заинтересованности учеников начинается с истории и краткой биографии Доплера и области применения эффекта. Рассказывается физическая сущность, рассматривается несколько случаев проявления акустического эффекта Доплера, оптический эффект Доплера, формула Эйнштейна для релятивистского эффекта Доплера.

#### **Урок 4. Элементы релятивистской динамики. Взаимосвязь массы и энергии**

Четвертый урок начинается с проверки домашнего задания и актуализация знаний. В изложении нового материала даются формулы для определения релятивистской массы тела в движущейся системе координат, релятивистского импульса материальной точки в движущейся системе координат. Излагается основной закон движения материальной точки в релятивистской динамике, далее энергия и в результате связь массы и энергии.

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$$

В заключение подводятся итоги урока и на дом задаются задачи для решения.

#### **Урок 5. Решение задач**

Для данного урока были подобраны задачи разного уровня сложности.

#### **Урок 6. Контрольная работа по СТО**

Для проведения данного урока была разработана контрольная работа для класса физико-математического профиля.

#### **Заключение**

Таким образом мы разработали методические рекомендации для изучения специальной теории относительности для классов общего и физико-математического профилей, то есть, для каждого профиля:

- определены общие и специфические цели изучения специальной теории относительности;
- определена логическая структура курса специальной теории относительности;
- осуществлены отбор и конструирование содержания темы «Основы СТО» в классах общего и физико-математического профилей;
- определены методы и средства обучения СТО в классах рассматриваемых профилей.



Различие уроков для классов общего и физико-математического профилей заключается не в количестве материала, а в глубине его изучения, базирующейся на вопросах «Что?», «Как?», «Почему?».