



# Оглавление



Введение .....	5
Перечень необходимого оборудования.....	9
Тематическое планирование .....	11
<b>Лабораторная работа 1</b>	
<b>Определение времени движения бруска по наклонной плоскости.....</b>	<b>18</b>
<b>Лабораторная работа 2</b>	
<b>Изучение изменений колебаний маятника .....</b>	<b>25</b>
<b>Лабораторная работа 3</b>	
<b>Изучение колебаний маятника на нити.....</b>	<b>39</b>
<b>Лабораторная работа 4</b>	
<b>Измерение пройденного расстояния при движении бруска по наклонной плоскости.....</b>	<b>50</b>
<b>Лабораторная работа 5</b>	
<b>Изучение прямолинейного равномерного движения бруска ....</b>	<b>63</b>
<b>Лабораторная работа 6</b>	
<b>Изучение прямолинейного неравномерного движения бруска.....</b>	<b>80</b>

<b>Лабораторная работа 7</b>	
<b>Определение зависимости силы трения от веса бруска и шероховатости поверхности .....</b>	<b>87</b>
<b>Лабораторная работа 8</b>	
<b>Изучение тепловых явлений .....</b>	<b>99</b>
<b>Лабораторная работа 9</b>	
<b>Изучение магнитных явлений.....</b>	<b>110</b>
<b>Лабораторная работа 10</b>	
<b>Изучение электромагнитных явлений.....</b>	<b>120</b>
<b>Лабораторная работа 11</b>	
<b>Изучение звуковых явлений .....</b>	<b>130</b>
<b>Лабораторная работа 12</b>	
<b>Изучение световых явлений .....</b>	<b>140</b>
<b>Руководство для программирования в графической среде LabVIEW.....</b>	<b>150</b>
<b>Внешний вид установок для экспериментов .....</b>	<b>159</b>

# Введение



Традиционная методика проведения исследования при демонстрационном эксперименте на уроках физики хорошо известна. С помощью датчиков проводятся замеры исследуемых характеристик поля. Как правило, замеры проводятся в нескольких точках, в большинстве случаев случайным образом размещенных в пространстве. В таком эксперименте можно говорить лишь о качественных характеристиках процессов.

Если попробовать использовать в эксперименте роботизированные тележки и установки с возможностью позиционирования в пространстве, то можно получить более детальное описание исследуемого физического процесса. В этом случае надо не только создать конструкцию, но и написать несложную программу перемещения робота в пространстве. Появляется необходимость в проработанном сценарии проведения исследования, создания алгоритма работы.

## Место курса в учебном процессе

Комплекс робототехнических лабораторных работ по физике создан на основе УМК: Шулежко Е. М., Шулежко А. Т., 5–6 класс. Физика: учеб. книга для 5 класса: в 2 ч. М.: БИНОМ, 2014; Физика: учеб. книга для 6 класса: в 2 ч. М.: БИНОМ, 2014. Это начальный блок несложных лабораторных работ пропедевтического курса физики, которые можно проводить на уроках физики в 5-х классах (лабораторные работы 1–7) и 6-х классах (лабораторные работы 8–12) параллельно изучению теоретического учебного материала. Возможно проведение всех лабораторных работ одним блоком.

## Необходимое оборудование

Для проведения работ необходимо на каждую бригаду как традиционное оборудование кабинета физики для лабораторных работ, так и дополнительное – персональный компьютер и достаточно новый микрокомпьютер EV3 (Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3). Все эксперименты можно проводить также с использованием микрокомпьютера NXT предыдущей модификации (Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education NXT). Заметим также, что данный конструктор давно успешно используется во многих американских университетах на младших курсах в экспериментальной работе. Уже более десяти лет многие школы России оснащены этим оборудованием, кафедры робототехники и автоматизации многих российских технических вузов проводят со студентами на младших курсах лабораторные работы на этом оборудовании. В этих наборах имеются штатные датчики, подбор которых довольно разнообразен. Для увеличения точности измерений при робототехническом эксперименте можно использовать более точные и профессиональные датчики – датчики Верньер (Vernier) или аналогичные по точности, но значительно дешевые по стоимости датчики, разработанные российской фирмой «Учтехприбор». С помощью адаптера Vernier NXT эти датчики подключаются к роботизированным устройствам LEGO **Mindstorms Education**. Отметим, что, по сравнению со штатными датчиками LEGO **Mindstorms Education**, эти датчики имеют более широкий диапазон измерения величин и высокую точность, поэтому позволяют проводить более тонкие измерения. Конструкции роботизированных установок предельно простые. Можно один раз собрать установку и потом проводить с ее помощью серию экспериментов.

## Программирование

Отличительной особенностью роботизированных лабораторных работ является необходимость не только в конструировании простейших приспособлений, но и в программировании процесса автоматизации сбора данных с датчиков. Создание несложной программы для физического исследования не применяется практически нигде на уроках физики. Во многих известных физических цифровых ла-

бораториях ставится задача запустить разработанную ранее авторами программу. Способности же школьников, уже настолько далеко продвинутых в IT, никак не включены в процесс исследования. Обычно программный комплекс надежно закрыт от вмешательства в него, дабы школьнику нельзя было ничего испортить. Теперь же предлагается внести в физику наряду с традиционно используемым математическим аппаратом возможность программирования. Программирование не абстрактного, а с визуализацией результатов алгоритмических исследований. Полагаем, что учителя физики, зная все сложности использования на уроках известных цифровых лабораторий по временным затратам, неодобрительно отнесутся к этому моменту. Но апробация показала, что несколько минут (5–7 минут), потраченных на написание программы, с лихвой окупятся при получении красивых, информационных графиков не по «трем точкам», а по сотням измерений.

Остановимся на выборе среды программирования. Предлагается использовать инженерную среду графического программирования LabVIEW фирмы National Instruments. Выбор этой современной среды программирования не случаен. LabVIEW является фактическим стандартом автоматизации эксперимента в современной науке и производстве. Этот язык программирования высокого уровня позволяет составлять программы с сокращенными временными затратами и минимальной подготовкой программистов-школьников. Он нагляден и понятен, так как имеет графический интерфейс, и вся программа представляется в виде схемы. Она современна и очень нравится учащимся.

## **Как же нам может помочь робот при проведении экспериментов?**

Прежде всего это автоматизация эксперимента, необходимая для повышения точности измерений. Перемещая в пространстве датчики около объектов исследования или сами объекты исследования около датчиков, мы сможем снимать показания с датчиков в нескольких точках пространства, сохранять эти измерения, обрабатывать их, строить графики изменения физических величин в удобном виде, выводить несколько графиков на одно окно. При всем этом можно

быть уверенным, что показания будут сниматься с постоянным, заданным дискретом по времени или пространству. За этим будет следить компьютер. И мы сможем регулировать и быстро изменять все параметры сбора данных.

В среде программирования LabVIEW имеется специальная палитра с пиктограммами функций работы с предлагаемыми датчиками, это не усложняет программирование роботов с датчиками при проведении экспериментов.

В заключение сделаем некоторые выводы.

Конструирование экспериментальной установки, работа по позиционированию робота, доработка сценария исследования, алгоритмизация, программирование обработки данных и поведения робота – все эти составляющие роботизированного исследования позволяют проводить прямое исследование физических величин, применяя дидактический принцип сознательности и активности. Использование робототехнического моделирования позволяет познакомить школьника с современным процессом проведения физического исследования, поднять интерес к экспериментальной работе, развить физико-математические способности учащихся и сформировать мотивацию к инженерному труду и творчеству.

# Перечень необходимого оборудования



1. Лабораторная скамейка.
2. Штатив.
3. Шарик на нити.
4. Брусоч (желательно металлический, но подойдет и деревянный).
5. Набор грузов с крючками.
6. Полосковый магнит.
7. Подковообразный магнит.
8. Электромагнитный сердечник и цепь для него.
9. Струбцина.
10. Источник питания – батарейка.
11. Кусоч нити.
12. Кусоч изоляционной черной ленты.
13. Линейка.
14. Пластиковая банка.
15. Материал для крепления: двусторонний скотч, резинки канцелярские.
16. Датчики:
  - датчик касания 2 шт. (из LEGO-набора);
  - датчик освещенности (из LEGO-набора);
  - ультразвуковой дальномер (из LEGO-набора);
  - датчик силы (Верньер или НПП «Учтехприбор»);



- датчик температуры (Верньер или НПП «Учтехприбор»);
  - датчик магнитного поля (Верньер или НПП «Учтехприбор»).
17. Верньер-переходник к микрокомпьютеру EV3 или NXT, если используются Верньер-датчики.
  18. **45544** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, микрокомпьютер EV3 или **9797** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education NXT, микрокомпьютер NXT.
  19. Персональный компьютер со встроенным микрофоном и установленным программным обеспечением.
  20. Среда программирования LabVIEW с Toolkit LEGO MINDSTORMS Robotics и авторская панель работы с датчиками НПП «Учтехприбор».

Все программное обеспечение и примеры программ для лабораторных работ, рассмотренных в курсе, находятся на прилагаемом к книге DVD.

# Тематическое планирование



## Лабораторная работа 1

### **Определение времени движения бруска по наклонной плоскости**

**Оборудование:** лабораторная скамейка, штатив, брусок, **45544** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, два датчика касания, микрокомпьютер EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	1-1
B	Задание 2. Создаем программу	1-2
C	Задание 3. Опыт 1	1-3
D	Задание 4. Опыт 2 <b>Вывод:</b> <i>как зависит величина времени движения бруска по наклонной плоскости от высоты крепления желоба</i>	1-3
E	Дополнительные материалы: результаты выполнения опытов	1-4

## Лабораторная работа 2

### **Изучение изменений колебаний маятника**

**Оборудование:** линейка, шарик, желателно с глянцевой поверхностью на нити, штатив, **45544** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, датчик освещенности, микрокомпьютер EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	2-1
B	Задание 2. Создаем программу	2-2
C	Задание 3. Опыт 1	2-5
D	Задание 4. Опыт 2 <b>Вывод:</b> как зависит период колебания маятника от длины нити	2-6
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опытов, результаты выполнения опытов, инструкция по сборке подставки для крепления (7 шагов)	2-7

## **Лабораторная работа 3**

### **Изучение колебаний маятника на нити**

**Оборудование:** шарик с глянцевой поверхностью на нити, штатив, 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, датчик освещенности, микрокомпьютер EV3, PC.

A	Задание 1. Установка из лаб. работы 2. Модернизация программы. Вывод периода колебаний маятника на график	3-2
B	Задание 2. Опыт 1, опыт 2, опыт 3 <b>Вывод:</b> существует ли зависимость между периодом колебания и максимальным отклонением маятника от положения равновесия	3-5
C	Дополнительные материалы: программа для опытов, результаты выполнения опытов	3-6

## **Лабораторная работа 4**

### **Измерение пройденного расстояния при движении бруска по наклонной плоскости**

**Оборудование:** лабораторная скамейка, брусок, штатив, 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, ультразвуковой дальномер, микрокомпьютер EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	4-1
B	Задание 2. Создаем программу	4-2
C	Задание 3. Опыт 1	4-5
D	Задание 4. Опыт 2 <b>Вывод:</b> о том, как зависит изменение пройденного брусом расстояния со временем от высоты крепления наклонной плоскости	4-5
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опытов, результаты выполнения опытов для трех креплений желоба	4-6

## Лабораторная работа 5

### Изучение прямолинейного равномерного движения бруска

**Оборудование:** лабораторная скамейка, кусок нити, струбцина, брусок или довольно тяжелая прямоугольная коробка, минимальный размер ребра которой на менее 6 см, **45544** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, мотор с катушкой для наматывания нити, ультразвуковой дальномер, микрокомпьютер EV3, РС.

A	Задание 1. Собираем установку	5-2
B	Задание 2. Создаем программу	5-3
C	Задание 3. Опыт 1	5-3
D	Задание 4. Вычисляем скорость на разных участках пути по графику <b>Вывод:</b> как изменяется скорость тела при равномерном движении на разных участках пути	5-3
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опыта, результат выполнения опыта	5-4