

# Оглавление



Введение .....	5
Перечень необходимого оборудования.....	9
Тематическое планирование .....	11
Лабораторная работа 1	
Определение времени движения бруска по наклонной плоскости.....	18
Лабораторная работа 2	
Изучение изменений колебаний маятника .....	25
Лабораторная работа 3	
Изучение колебаний маятника на нити.....	39
Лабораторная работа 4	
Измерение пройденного расстояния при движении бруска по наклонной плоскости.....	49
Лабораторная работа 5	
Изучение прямолинейного равномерного движения бруска ....	63
Лабораторная работа 6	
Изучение прямолинейного неравномерного движения бруска.....	80

<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 дешевле 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 ИТ, 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. Брусок (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. Кусок нити.
12. Кусок 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> как зависит величина времени движения бруска по наклонной плоскости от высоты крепления желоба	1-3
E	Дополнительные материалы: результаты выполнения опытов	1-4

## Лабораторная работа 2

### **Изучение изменений колебаний маятника**

**Оборудование:** линейка, шарик, желательнo 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> <i>как зависит период колебания маятника от длины нити</i>	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> <i>существует ли зависимость между периодом колебания и максимальным отклонением маятника от положения равновесия</i>	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> <i>о том, как зависит изменение пройденного брусом расстояния со временем от высоты крепления наклонной плоскости</i>	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, PC.

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> <i>как изменяется скорость тела при равномерном движении на разных участках пути</i>	5-3
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опыта, результат выполнения опыта	5-4

## **Лабораторная работа 6**

### **Изучение прямолинейного неравномерного движения бруска**

**Оборудование:** лабораторная скамейка, трубочина, кусок нити, брусок или довольно тяжелая прямоугольная коробочка, 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, PC.

A	Задание 1. Используем установку из лаб. работы 5. Модернизируем программу	6-2
B	Задание 2. Опыт 1 <b>Вывод:</b> как изменяется скорость тела при неравномерном движении на разных участках пути	6-3
C	Дополнительные материалы: программа для опыта, результат выполнения опыта	6-4

## **Лабораторная работа 7**

### **Определение зависимости силы трения от веса бруска и шероховатости поверхности**

**Оборудование:** Верньер-датчик силы, кусок нити, мотор с катушкой для наматывания нити, трубочина, брусок и несколько грузов, деревянный желоб, микрокомпьютер EV3 **45544** Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Измеряем вес бруска и груза с помощью динамометра	7-2
B	Задание 2. Собираем установку по схеме и модернизируем программу лаб. работы 5	7-2
C	Задание 3. Измеряем силу трения для бруска с разным количеством грузов <b>Вывод:</b> как зависит сила трения от веса тела	7-4

D	Задание 4. Измеряем силу трения для бруска с одним грузом для разных поверхностей <b>Вывод:</b> <i>как зависит сила трения от шероховатостей поверхности</i>	7-5
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опыта, результат выполнения опыта	7-6

## **Лабораторная работа 8**

### **Изучение тепловых явлений**

**Оборудование:** датчик температуры, банка с теплой водой, микрокомпьютер EV3 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	8-1
B	Задание 2. Создаем программу	8-2
C	Задание 3. Опыт 1. Скорость остывания теплой жидкости	8-6
D	Задание 4. Время остывания жидкости на 1 градус <b>Вывод:</b> <i>изменяется ли время остывания воды на 1 градус в процессе остывания воды</i>	8-6
E	Задание 5. Опыт 1. Скорость остывания горячей жидкости <b>Вывод:</b> <i>какая вода быстрее остывает – теплая или горячая</i>	8-7

## **Лабораторная работа 9**

### **Изучение магнитных явлений**

**Оборудование:** кусок нити, мотор с катушкой для наматывания нити, струбцина, полосовой магнит, датчик магнитного поля, микрокомпьютер EV3 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	9-1
B	Задание 2. Изменяем программу лаб. работы 8	9-2
C	Задание 3. Опыт 1. Измерение магнитного поля полосового магнита	9-3

D	Задание 4. Опыт 2. Измерение магнитного поля подковообразного магнита <b>Вывод:</b> <i>какой знак имеет магнитное поле на южном полюсе магнита, какой знак имеет поле на северном полюсе магнита. Совпадают ли в реальности полюса магнитов с их маркировкой</i>	9-3
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опытов, результаты выполнения опытов	9-4

## **Лабораторная работа 10**

### **Изучение электромагнитных явлений**

**Оборудование:** электромагнит со съёмным сердечником, штатив, элемент электропитания – батарейка, кусок нити, мотор с катушкой для наматывания нити, струбцина, датчик магнитного поля, микрокомпьютер EV3 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	10-1
B	Задание 2. Используем программу лаб. работы 9	10-2
C	Задание 3. Опыт 1. Измерение магнитного поля подковообразной катушки с током <b>Вывод:</b> <i>как влияет наличие сердечника на величину магнитного поля, как влияет полярность батарейки на магнитное поле электромагнита</i>	10-3
D	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опытов, результаты выполнения опытов	10-6

## **Лабораторная работа 11**

### **Изучение звуковых явлений**

**Оборудование:** микрокомпьютер EV3 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	11-1
B	Задание 2. Создаем программу	11-2

C	Задание 3. Опыт 1 <b>Вывод:</b> <i>как зависит высота тона от частоты колебаний источника звука</i>	11-5
D	Задание 4. Опыт 2 <b>Вывод:</b> <i>как зависит амплитуда колебаний звукового сигнала от громкости звука</i>	11-6
E	Дополнительные материалы: результаты выполнения опытов	11-7

## Лабораторная работа 12

### Изучение световых явлений

**Оборудование:** кусок нити, мотор с катушкой для наматывания нити, моток темной изоляционной ленты, трубочина, тележка, датчик освещенности, микрокомпьютер EV3 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, PC.

A	Задание 1. Собираем установку	12-1
B	Задание 2. Создаем программу	12-2
C	Задание 3. Опыт 1	12-3
D	Задание 4. Опыт 2 <b>Вывод:</b> <i>как зависит значение освещенности от интенсивности цвета поверхности</i>	12-4
E	Дополнительные материалы: фото установки, программа для опытов, результаты выполнения опытов	12-5

# Лабораторная работа

1

## Определение времени движения бруска по наклонной плоскости

**Цель работы:** наблюдая за движением бруска по наклонной плоскости, с помощью встроенного в РС таймера определить полное время движения бруска по наклонной плоскости для разной высоты крепления наклонной плоскости.

**Приборы и материалы:** лабораторная скамейка, штатив, брусок, 45544 Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3, два датчика касания, микрокомпьютер EV3, РС.

**Схема опыта:** представлена на рисунке.





**Физические величины:**

*Время* – непрерывная величина, характеризующая меру длительности существования объектов.

**Выполнение работы****Задание 1**

1. Закрепи линейку с желобом на штативе на высоте около 20 см.
2. Закрепи с помощью резинок два датчика касания, как показано на схеме опыта.
3. Подключи микрокомпьютер EV3 к PC через USB-кабель.
4. Включи EV3, нажми на нем кнопку.
5. Подключи два датчика касания с помощью кабеля к EV3 на порты 1 и 3.



6. Открой среду программирования, нажми одновременно кнопки на клавиатуре **Ctrl+N**.

Создастся новая программа.

Исследование внешних условий проведения опыта. В опыте датчик касания, расположенный в верхней точке, регистрирует момент отпускания бруска. В момент начала движения бруска по наклонной плоскости отжимается кнопка, и этот момент отслеживает программа. Запускается таймер – функция для регистрации времени, фиксирующая время в миллисекундах. При достижении бруском нижней точки он нажимает кнопку

на датчике касания, расположенном в нижней точке. Этот момент мы будем регистрировать в программе.

7. Определи при помощи линейки высоту закрепления желоба и запиши полученный результат в табл. 1 (опыт 1).

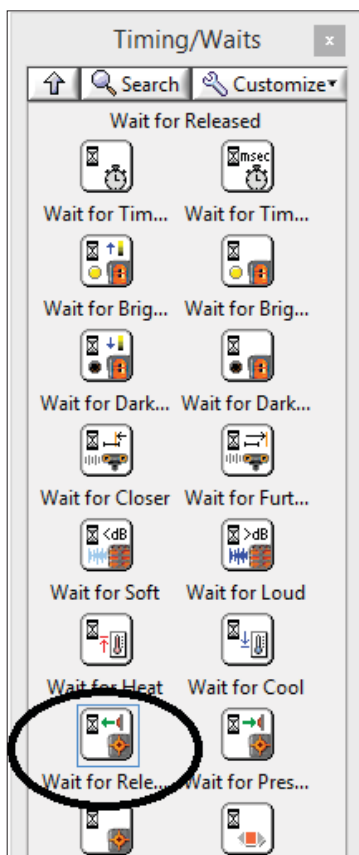
## **Задание 2**

Для определения времени создадим программу.

### ***Блок-диаграмма***



Щелкнем правой кнопкой мыши по окну блок-диаграммы и выберем **Function** ⇒ **NXT Robotics** ⇒ **NXT I/O** ⇒ **Complete** ⇒ **Waits** ⇒ **Wait For Released**.



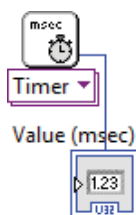


Щелкнем правой кнопкой мыши по окну блок-диаграммы и выберем **Function** ⇒ **NXT Robotics** ⇒ **NXT I/O** ⇒ **Sensor**. Из списка выберем **Reset Timer** – обнулить секундомер.

Соединим последовательно эту функцию (пиктограмму) с предыдущей.



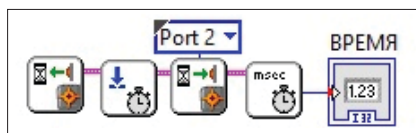
Аналогично выставим на блок-диаграмму пиктограмму ожидания срабатывания кнопки нажатия, расположенной в нижней точке желоба. Щелкнем правой кнопкой мыши по окну блок-диаграммы и выберем **Function** ⇒ **NXT Robotics** ⇒ **NXT I/O** ⇒ **Complete** ⇒ **Waits** ⇒ **Wait For Pressed**. Наведем мышь на верхнюю контактную площадку и выберем **Create Constant**. Выберем 2-й порт. К этому порту подсоединен датчик касания, расположенный в нижнем положении.



Щелкнем правой кнопкой мыши по окну блок-диаграммы и выберем **Function** ⇒ **NXT Robotics** ⇒ **NXT I/O** ⇒ **Sensor**. Из списка выберем **Read Timer** – считать с таймера значение. Создадим окошко для выдачи значения времени. Для этого наведем курсор мыши на правую нижнюю контактную площадку (она синего цвета) и щелкнем правой кнопкой мыши. В появившемся контекстном меню выберем **Create** ⇒ **Indicator**. На блок-диаграмме появится пиктограмма **Value (msec)**. На лицевой панели автоматически образуется окно **Value (msec)**. В нем мы будем следить за результатом.

Соединим последовательно эту функцию (пиктограмму) с предыдущими.

Программа готова.



Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)