

**В.Г. Смелова  
Н.Ю. Соколова  
Н.А. Филиппова**

**Модульная система экспериментов  
PROLOG**

*Учебное пособие для обучающихся  
с инструкциями*

УДК 371.64/.69  
ББК 74.26  
С 50

**Смелова В.Г.**

С 50

Модульная система экспериментов PROLOG : Учебное пособие для обучающихся с инструкциями / В.Г. Смелова, Н.Ю. Соколова, Н.А. Филиппова – М.: Active Education (ООО «Бизнес-Меридиан»), 2013. – 112 с. – (Серия «Современные образовательные технологии»).

В пособии представлены лабораторные работы по естествознанию с использованием персонального компьютера, цифровых измерительных модулей, в том числе модулей питания и беспроводной связи, и базового программного обеспечения системы «PRO-Log». Проведение работы с модулями беспроводной связи позволяет использовать один ПК на группу учащихся и значительно увеличивает степень свободы при выполнении экспериментов.

Описания работ включают теоретическое обоснование, последовательность проведения исследований и измерений, рекомендации по представлению и анализу результатов; справочный материал содержит полезные ссылки на литературные источники и ресурсы сети Интернет.

Пособие предназначено для обучающихся общеобразовательных школ, а также педагогов основного и дополнительного образования, работников центров универсального образования, методистов.

УДК 371.64/.69  
ББК 74.26

© Active Education (ООО «Бизнес-Меридиан»), 2013  
© Художественное оформление  
Active Education (ООО «Бизнес-Меридиан»), 2013.  
Все права защищены

# СОДЕРЖАНИЕ

Требования к безопасности при проведении лабораторных работ .....	3
<b>Лабораторная работа № 1</b>	
Определение реакции среды кислых и щелочных растворов .....	5
<b>Лабораторная работа № 2</b>	
Изучение теплового эффекта реакции нейтрализации .....	11
<b>Лабораторная работа № 3</b>	
Измерение частоты сердечных сокращений человека до и после физической нагрузки.....	17
<b>Лабораторная работа № 4</b>	
Измерение артериального давления .....	25
<b>Лабораторная работа № 5</b>	
Измерение температуры поверхности тела человека.....	32
<b>Лабораторная работа № 6</b>	
Измерение атмосферного давления .....	39
<b>Лабораторная работа № 7</b>	
Измерение влажности воздуха.....	44
<b>Лабораторная работа № 8</b>	
Изучение удельной электропроводности электролитов и неэлектролитов .....	49
<b>Лабораторная работа № 9</b>	
Измерение влажности почвы комнатных растений .....	55
<b>Лабораторная работа № 10</b>	
Определение жизненной емкости легких .....	63
<b>Лабораторная работа № 11</b>	
Снятие вольт-амперной характеристики лампы накаливания .....	71
<b>Лабораторная работа № 12</b>	
Изучение магнитного поля постоянных магнитов .....	77
<b>Лабораторная работа № 13</b>	
Изучение процесса фотосинтеза .....	82
<b>Лабораторная работа № 14</b>	
Исследование звуковых волн.....	89
<b>Лабораторная работа № 15</b>	
Изучение степени защиты очков от УФ-В излучения.....	94
<b>Лабораторная работа № 16</b>	
Проверка закона освещенности .....	103

### **Техника безопасности**

Во время выполнения работы будьте внимательны и аккуратны.

Не приступайте к выполнению работы без разрешения учителя.

Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

Обнаружив любую неисправность, немедленно сообщите об этом учителю.

## Лабораторная работа № 1

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ

### Цель:

- ✓ познакомиться с современным методом определения рН растворов;
- ✓ закрепить понятие о кислотах и щелочах;
- ✓ определить количественное значение рН кислых и щелочных растворов.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «рН»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- USB кабель В/М-mini–А/М.

#### Традиционное:

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 50 мл (5 шт.).

#### Реактивы:

- вода дистиллированная;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид калия, KOH, 0,05 М раствор, 20 мл.

### Введение

Кислотность водного раствора определяется присутствием в нем положительных водородных ионов H<sup>+</sup> и характеризуется концентрацией этих ионов в 1 л раствора. На практике степень кислотности (или щелочности) раствора выражается более удобным *водородным показателем*, или рН, представляющим собой отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации водородных ионов. Данный показатель называется рН, по первым буквам латинских слов *potentia hydrogeni* – сила водорода или *pondus hydrogenii* – масса водорода. Кислотность как правило колеблется в пределах от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, в кислых растворах рН менее 7, а в щелочных – более 7.

Для определения значения рН растворов широко используются несколько методов. Водородный показатель можно приблизительно оценить с помощью кислотно-основных индикаторов (органические вещества, цвет которых зависит от рН среды). Однако определение рН индикаторным методом затруднено для мутных или окрашенных растворов.

Эффективно для определения рН использование специального прибора рН-метра, который позволяет измерять рН в более широком диапазоне и точнее, чем с помощью индикаторов. Способ отличается удобством и высокой точностью, особенно после калибровки индикаторного электрода в избранном диапазоне рН, и позволяет измерять рН непрозрачных и цветных растворов.

В этом эксперименте вам предстоит определить реакцию среды в растворах кислот и щелочей с помощью модуля «рН».

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению практических работ в учебном кабинете.

Растворы кислот и щелочей по степени воздействия на организм относятся к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Растворы могут вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

Пожалуйста, обратите внимание, что нижняя часть модуля «рН» состоит из хрупкого сферического кристалла. Хотя кристалл и защищен пластиком, обращайтесь с ним осторожно, чтобы не разбить.

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу:

**Таблица. Кислотность растворов**

<b>Раствор</b>	<i>pH</i>
Дистиллированная вода	
Серная кислота	
Соляная кислота	
Гидроксид натрия	
Гидроксид калия	

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### ***Комплект 1***

- а) подключите кабель В/М-mini – А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### ***Комплект 2***

- с) налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;

- d) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «рН»;
- e) открутите колпачок с защитным раствором с нижней части модуля «рН», осторожно извлеките датчик, поднимите крышку колпачка вверх по модулю, оставьте колпачок с раствором в сторону;
- f) закрепите измерительный модуль «рН» в лапке штатива;
- g) опустите измерительный модуль «рН» в стакан с дистиллированной водой (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

- 3. Подключите *комплект 1* через модуль сопряжения USB к ПК.
- 4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку Поиск модулей  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «рН» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля рН

5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
- а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

- б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5)

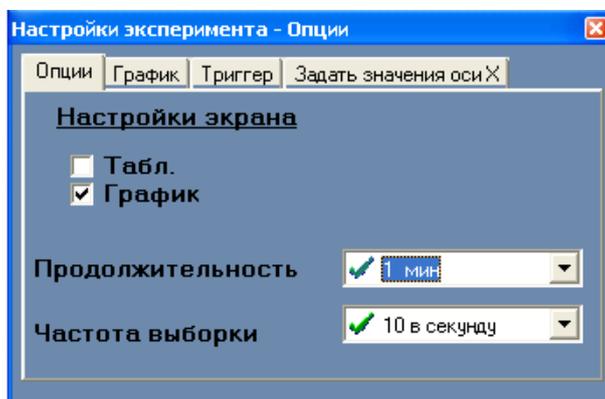
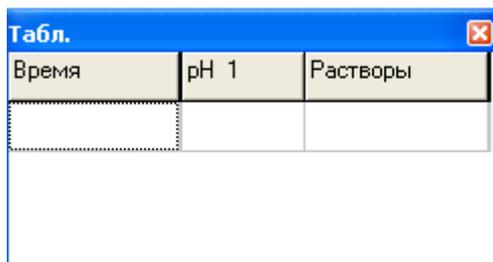


Рис. 5. Окно настройки эксперимента

- Создайте таблицу данных, поставив флажок рядом с **Таблица.**, предварительно сняв флажок с **График.**
- В открывшейся таблице щелкните курсором мышки по названию третьей колонки **Ввод переменных** и измените его на **Растворы** (рис. 6).



Время	рН 1	Растворы

Рис. 6. Создание таблицы данных

- Закройте диалоговое окно настройки эксперимента.
- Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «рН». Откроется диалоговое окно (рис. 7).

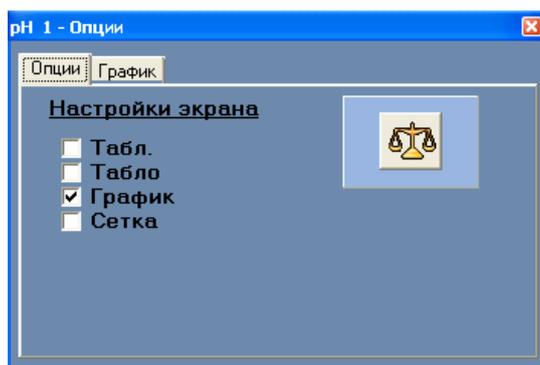


Рис. 7. Окно «Установка модуля»

- Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне. Для того чтобы установить значение 7.
- Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля «рН».

### *Исследования и измерения*

- Налейте по 20 мл каждого исследуемого раствора в разные химические стаканы.
- Введите модуль «рН» в первый раствор.
- После того как значение рН стабилизируется, нажмите один раз кнопку **Пошаговый эксперимент** . Запишите полученное значение в отчетную таблицу.

17. Проведите аналогичные измерения для всех исследуемых растворов. Запишите значение рН каждого раствора в таблицу. Не забывайте промывать измерительный модуль перед каждым погружением в новый раствор.
18. В конце эксперимента еще раз промойте модуль «рН» и поместите его в буферный раствор, закрутив крышку до упора.

### ***Анализ результатов лабораторного опыта***

19. Проанализируйте данные в отчетной таблице.
20. Ответьте на контрольные вопросы.
21. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие из исследованных вами растворов имеют кислую среду, а какие щелочную? В каких растворах среда будет нейтральной?
2. Смешайте два или более кислых раствора и посмотрите, как это повлияет на значение рН.
3. Смешайте один кислый и один щелочной раствор. Отметьте, как это повлияет на значение рН смеси.

### **Дополнительные задания**

- Если в 1 л дистиллированной воды внести каплю концентрированной соляной кислоты, то рН уменьшится с 7 до 4. Если каплю соляной кислоты добавить в 1 л речной воды с рН 7, показатель почти не изменится. Подумайте, почему природная вода способна сохранять значение рН более или менее постоянным, даже если в нее извне попадает определенное количество кислоты или основания?
- Почему некоторые соли (например,  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) могут использоваться для изменения рН растворов?

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация о кислотах и основаниях:  
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1998.html>
2. Дополнительная информация об индикаторах, используемых для определения рН растворов и самостоятельном изготовлении индикаторов:  
<http://www.kristallikov.net/page5.html>
3. Дополнительная информация о водородном показателе:  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/6619/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/6619/)

## Лабораторная работа № 2

# ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

### Цель:

- ✓ расширить знания о свойствах кислот и оснований;
- ✓ закрепить знания о типах химических реакций;
- ✓ изучить тепловой эффект реакции нейтрализации на примере растворения гидроксида натрия в воде.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «рН»;
- измерительный модуль «Температура»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### Традиционное:

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический пластиковый, 50 мл (2 шт.);
- пипетка градуированная, 1 мл.

#### Реактивы:

- вода дистиллированная;
- соляная кислота,  $\text{HCl}$ , 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия,  $\text{NaOH}$ , 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид калия,  $\text{KOH}$ , 0,05 М раствор, 20 мл.

### Введение

Почти все химические реакции сопровождаются либо выделением, либо поглощением теплоты, и на основе этого классифицируются как экзотермические или эндотермические. *Экзотермический процесс* – это химическая реакция с выделением тепла. В результате экзотермической реакции вещества нагреваются. Затем выделившееся тепло передается в окружающую среду до тех пор, пока температуры не сравняются. В *эндотермической реакции* энергия должна быть поглощена из окружающей среды.

Кислотность растворов, как правило, колеблется от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, в кислых растворах рН менее 7, а в щелочных – более 7. Добавление щелочи к воде приводит к возрастанию рН водного раствора, а добавление кислоты – к понижению рН. При взаимодействии кислоты с эквивалентным количеством основания протекает реакция нейтрализации с образованием соли и воды. Изменение рН

можно контролировать с помощью специальных красителей (индикаторов) или измерительного модуля «рН».

В этом эксперименте вам предстоит исследовать тепловой эффект реакции нейтрализации и определить, является эта реакция экзотермической или эндотермической.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторного опыта в учебном кабинете.

Растворы кислот и щелочей по степени воздействия на организм относятся к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Растворы могут вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

Пожалуйста, обратите внимание, что нижняя часть модуля «рН» состоит из хрупкого сферического кристалла. Хотя кристалл и защищен пластиком, обращайтесь с ним осторожно, чтобы не разбить.

### Указания к работе

#### Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в тетради отчетные таблицы.

Таблица 1. Гидроксид натрия

Количество добавленного раствора $\text{HCl}$ , <i>мл</i>	рН	Температура, $^{\circ}\text{C}$

Таблица 2. Гидроксид калия

Количество добавленного раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , <i>мл</i>	рН	Температура, $^{\circ}\text{C}$

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель В/М-mini – А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

## Комплект 2

- с) налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;
- д) закрепите модуль «Температура» в лапке штатива;
- е) открутите колпачок с защитным раствором с нижней части модуля «рН», осторожно извлеките датчик, поднимите крышку колпачка вверх по модулю, отставьте колпачок с раствором в сторону;
- ф) опустите измерительный модуль «рН» в стакан с дистиллированной водой;
- г) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи измерительные модули «Температура» и «рН» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

3. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
4. Запустите ПО PROLog и убедитесь, что измерительные модули определены.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появятся окна измерительных модулей «рН» и «Температура» (рис. 2).



Рис. 2. Окна измерительных модулей

5. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно.
- a) Установите продолжительность эксперимента на 3 мин.
- b) Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 5).

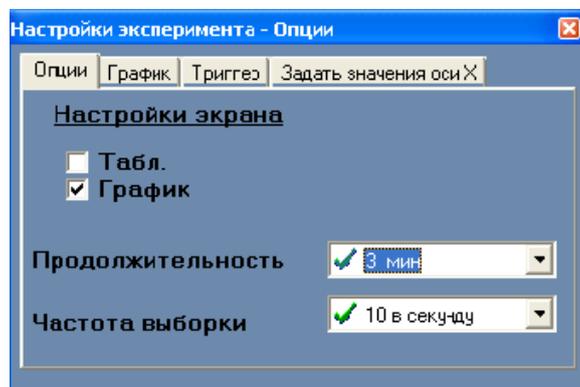


Рис. 5. Установка эксперимента

8. Закройте диалоговое окно.
9. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «рН» (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис. 6).

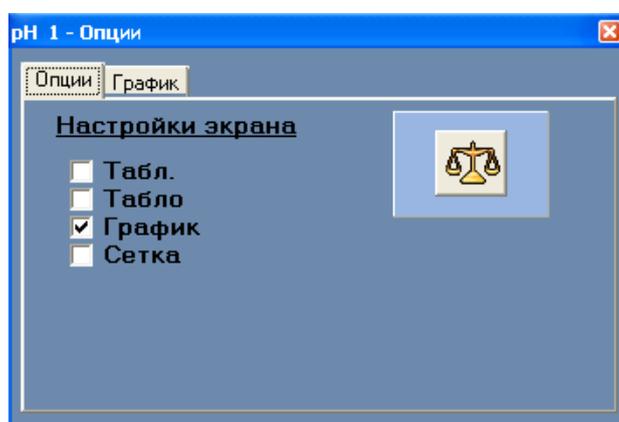


Рис. 6. Окно «Установка модуля»

10. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне. Для того чтобы установить значение 7.
11. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля «рН».

### *Исследования и измерения*

12. Налейте в химический стакан 20 мл раствора гидроксида натрия.
13. Введите в стакан с исследуемым раствором измерительные модули «Температура» и «рН».
14. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение.

15. Подождите, пока показания температуры и рН стабилизируются.
16. Не останавливая измерение, с помощью пипетки по каплям добавляйте раствор соляной кислоты. Наблюдайте изменения температуры и рН, записывая показания в отчетную таблицу 1.
17. Продолжайте эксперимент, пока среда раствора не станет нейтральной (рН 7).
18. По завершении эксперимента вылейте раствор гидроксида натрия и тщательно промойте стакан.
19. Проведите аналогичные измерения для раствора гидроксида калия и серной кислоты, повторив шаги 12–18. Запишите показания в отчетную таблицу 2.
20. В конце эксперимента промойте модуль «рН» и поместите его в буферный раствор, закрутив крышку до упора.

### *Анализ результатов лабораторного опыта*

21. Проанализируйте данные отчетных таблиц.
22. Ответьте на контрольные вопросы.
23. Сделайте вывод по лабораторной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Как изменяется температура в ходе реакции с гидроксидом натрия? Данная реакция экзотермическая или эндотермическая?
2. Как изменяется температура в ходе реакции с гидроксидом калия? Данная реакция экзотермическая или эндотермическая?
3. Как изменяется рН в процессе нейтрализации растворов? Существует ли зависимость между изменением значения рН и температуры?

### **Дополнительные задания**

- Прежде чем вылить в канализацию жидкие отходы лабораторных работ, содержащие соляную кислоту, следует их нейтрализовать щелочью (например, гидроксидом натрия) или содой (карбонатом натрия). Определите массу NaOH, необходимую для нейтрализации отходов, содержащих 0,45 моль HCl.
- В чем значение реакции нейтрализации? Где она используется человеком?

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация о реакции нейтрализации:  
<http://www.xumuk.ru/bse/1778.html>
2. Дополнительная информация об индикаторах в реакциях нейтрализации:  
<http://www.hemi.nsu.ru/ucheb185.htm>
3. Дополнительная информация о тепловом эффекте реакции нейтрализации:  
[http://chem-bsu.narod.ru/umk\\_chem\\_webCD/lwork/lr3.htm](http://chem-bsu.narod.ru/umk_chem_webCD/lwork/lr3.htm)
4. Дополнительная информация о тепловых эффектах химических реакций:  
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4352.html>  
<http://www.ximicat.com/info.php?id=5225>

## Лабораторная работа № 3

# ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА ДО И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

### Цели:

- ✓ определить результат влияния физической нагрузки на частоту сердечных сокращений;
- ✓ определить уровень собственного физического состояния и объем ежедневной физической нагрузки.

### Оборудование

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Пульсометр»;
- модуль батареи;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- кабель В/М-mini – А/М.

### Введение

В некоторых точках нашего тела можно прощупать ритмические колебания стенок артерий (пульс) – периодическое толчкообразное расширение стенок артерий, синхронное с сокращениями сердца. По пульсу можно судить о частоте сердечных сокращений (ЧСС).

Частота сердечных сокращений, или пульс, – важный интегральный показатель функционального состояния организма. В норме у здорового человека пульс должен быть четким, среднего наполнения, с частотой 60–80 ударов в минуту, другие характеристики свидетельствуют о патологиях.

Способность сердца к адаптации можно наблюдать во время выполнения физической нагрузки, когда метаболическая активность мышечных тканей увеличивается. Сердечно-сосудистая система, состоящая из сердца и кровеносных сосудов, реагирует на физическую нагрузку учащением сердечных сокращений и повышенной степенью сокращения сердечной мышцы при каждом ударе, что приводит к более высокому минутному объему сердца (количеству крови, прокачанной через сердце в единицу времени).

Резкое учащение или замедление пульса во время занятий физкультурой может быть следствием переутомления или заболевания и поэтому необходимо провести консультацию с преподавателем физического воспитания и врачом.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторных работ в учебном кабинете.

Не пытайтесь участвовать в данном эксперименте в качестве испытуемого, если физическое напряжение может вызвать обострение какого-либо заболевания. Сообщи-

те преподавателю о любых возможных проблемах со здоровьем, которые могут усугубиться из-за вашего участия в этом эксперименте.

## Порядок проведения работы

### Подготовка эксперимента

1. Во время лабораторной работы вам предстоит сделать 20 приседаний. Заранее позаботьтесь о том, чтобы одежда, в которой вы будете заниматься, была достаточно свободная и не стесняла ваши движения.
2. Подготовьте в рабочей тетради сетку отчетной таблицы.

Таблица. **Влияние физической нагрузки на ЧСС**

Ф.И.	Возраст	Пол	ЧСС в покое	ЧСС после физической нагрузки						Время восстановления, мин	
				максимальная (сразу после нагрузки)	минуты						
					1	2	3	4	5		6

3. Соберите два комплекта модулей, как показано на рис. 1. Для этого:

#### *Комплект 1*

- a) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1).

#### *Комплект 2*

- c) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Пульсометр».



*Рис. 1.* Комплект 1 для проведения работы

4. Подключите *комплект 1* через модуль сопряжения USB к ПК.

5. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля частоты сердечных сокращений (рис. 2).

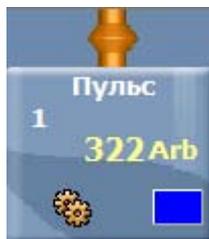


Рис. 2. Окно модуля «Пульсометр»

6. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля ЧСС (рис. 2), чтобы открыть диалоговое окно.

7. Поставьте флажок рядом с режимом «**Волна**» в этом окне.

8. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля.

9. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

10. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

11. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно.
- Установите продолжительность эксперимента на 7 минут.
  - Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 5).

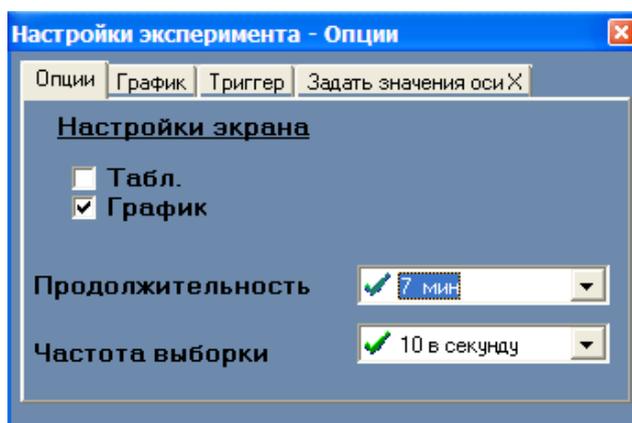


Рис. 5. Установка эксперимента

12. Закройте диалоговое окно.
13. Для проведения работы вам необходимо разделиться на пары – испытуемый и лаборант.

### *Исследование и измерение*

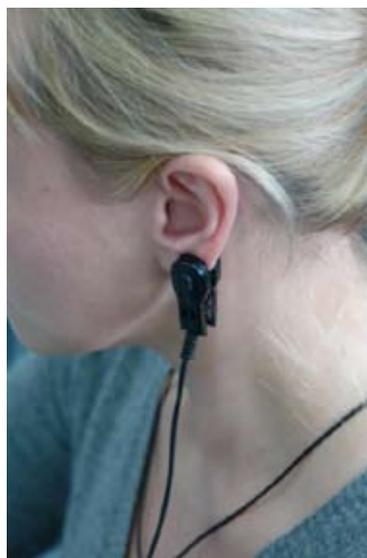
#### I. Измерение частоты сердечных сокращений в покое (контроль)

14. Прикрепите зажим модуля «Пульсометр» к указательному пальцу левой руки (рис. 6а) или к мочке левого уха испытуемого (рис. 6б).

*Внимание!* Чтобы получить точные данные, во время проведения измерений рука с зажимом (или мочка уха) должна оставаться неподвижной. Чтобы ограничить подвижность провода, закрепите его на одежде с помощью специальной клеммы.



а. На пальце руки



б. На мочке уха

Рис. 6. Закрепление зажима модуля «Пульсометр»

15. Испытуемый не должен смотреть на экран компьютера. Он может закрыть глаза или отвернуться от экрана.

16. Лаборант должен нажать кнопку **Измерить**  на дополнительной панели инструментов (рис. 3), чтобы начать измерение ЧСС испытуемого в состоянии покоя. График изменения частоты сердечных сокращений будет отображаться на экране компьютера. Через 1 мин измерение автоматически завершится.

17. Для того чтобы подсчитать ЧСС в состоянии покоя:

- а) нажмите кнопку **Увеличить**  на панели инструментов работы с графиком и выделите с помощью левой клавиши мыши рамкой временной отрезок «0 – 0:20», вы увидите увеличенный график измерений за первые 20 сек;
- б) подсчитайте количество пиков на этом отрезке на графике, умножьте это число на 3 и запишите полученное значение в ячейку «ЧСС в состоянии покоя» отчетной таблицы;
- с) нажмите кнопку **Отмена увеличения**  на той же панели.

18. Нажмите кнопку **Заморозить видимые графики**  на дополнительной панели инструментов (рис. 4), чтобы сохранить график на экране.

## II. Измерение частоты сердечных сокращений после физической нагрузки

19. Нажмите кнопку **Цвет графика**  в окне измерительного модуля (рис. 2). Откроется дополнительное окно (рис. 7).



Рис. 7. Окно «Цвет графика»

20. Выберите любой цвет, отличающийся от первого графика, и нажмите кнопку **ОК**.
21. Испытуемый должен встать лицом к лабораторному столу и сделать 20 полных приседаний в спокойном темпе, не отрывая ног от пола и держа спину прямо.
22. После окончания приседаний испытуемый должен сесть на стул. Старайтесь сидеть прямо и дышать ровно.
23. Сразу же После того как испытуемый закончил приседания, лаборант должен нажать кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение ЧСС.
24. Через семь минут измерение автоматически завершится и на экране будет построен второй график изменения ЧСС после физической нагрузки.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

25. Чтобы подсчитать ЧСС после физической нагрузки:
  - а) нажмите кнопку **Увеличить**  на панели инструментов работы с графиком и выделите на графике с помощью левой клавиши мыши рамкой временной отрезок «0–1:00»;
  - б) в увеличенной части графика выделите еще раз временной отрезок «0–0.10»
  - с) подсчитайте количество пиков на этом отрезке, умножьте это число на шесть и запишите полученный результат в отчетную таблицу в ячейку «Максимальное ЧСС (сразу после нагрузки)».
  - д) нажмите кнопку **Отмена увеличения**  на той же панели.
26. Повторите шаг 23 Для того чтобы определить ЧСС через 1, 2, 3, 4, 5, 6 мин после нагрузки, выделяя соответственно области «1:00– 2:00», «2:00– 3:00» и т.д., а в них первые 10 с и записывая результат в соответствующий столбец отчетной таблицы.

27. На основании данных отчетной таблицы постройте график зависимости восстановления ЧСС от времени, откладывая по оси  $X$  время в мин, по оси  $Y$  – ЧСС в ударах в минуту. Подпишите график.
28. Определите максимальную ЧСС для вашего пола и возраста по формулам:  
юноши:  $210 - \text{возраст} - (0,11 \times \text{персональная масса, кг}) + 4$ ;  
девушки:  $210 - \text{возраст} - (0,11 \times \text{персональная масса, кг})$
29. Сравните рассчитанную теоретическую величину с фактической, полученной в ходе лабораторной работой.
30. Ответьте на контрольные вопросы.
31. Сделайте вывод по работе.

### Контрольные вопросы

1. Диапазон нормальной частоты сердечных сокращений составляет 55–100 ударов в минуту. На сколько возросла частота ваших сердечных сокращений после физической нагрузки по сравнению с начальной? Каков прирост ЧСС в процентном отношении?
2. Как максимальная частота ваших сердечных сокращений соотносится с показателями других учащихся группы или класса? Вы ожидали такой результат?
3. Превышение числа ударов пульса после нагрузки на 25% и менее считается отличным результатом, на 50–75% – удовлетворительным, более чем на 75% – плохим. Опираясь на данные, полученные в ходе эксперимента, определите, к какой группе (тренированный, нетренированный, со скрытой патологией) людей вы себя относите.

### Дополнительное задание

Составьте анонимную анкету для каждого учащегося класса. В анкете задайте вопросы о факторах, которые, по вашему мнению, могут влиять на результаты испытания (например, пол, возраст, режим физических нагрузок, употребление кофе в течение 2 ч после эксперимента, наличие или отсутствие привычки курить). Сравните и найдите различия частоты сердечных сокращений в состоянии покоя и после физических нагрузок у учащихся этих групп.

### Справочный материал

Сердце – главный орган системы кровообращения. Сегодня это столь очевидно, что споры прежних веков о его предназначении кажутся нелепыми. В Древнем Китае верили, что сердце участвует в пищеварении, в Египте были убеждены, что оно причастно к образованию мочи, а также грудного молока, семенной жидкости и слез. Древние египтяне, индийцы, греки и арабы полагали, что сердце –местилище души.

Мысль, что сердце – сложная устроенная мышца, привилась далеко не сразу. Гален думал, что оно не более чем кузнечный мех, а кровь гонит по сосудам внутренний «жар». Английский философ XVII века Томас Гоббс был не ближе к истине, считая, что сердце – пружина.

Приложите руку к сердцу. Вы с легкостью выполнили это задание, потому что с детства вам хорошо известно, что сердце располагается в грудной полости сразу позади грудины. Обнаружить его просто – оно, в отличие от других органов нашего тела, имеет собственный «голос» – сердце стучит. Как правило, вы подносите руку к левой стороне груди. Однако сердце находится скорее посередине – в левой половине грудной полости находится  $\frac{2}{3}$  сердца, а  $\frac{1}{3}$  лежит справа. Чтобы узнать размеры своего сердца, достаточно сжать кисть в кулак. Масса сердца взрослого человека составляет примерно  $\frac{1}{200}$  массы тела – около 300 г. Широкое основание сердца направлено вверх и назад, а суженная верхушка вниз, вперед и влево.

Стенка сердца состоит из трех слоев. *Эндокард* выстилает его полости изнутри, образует клапаны. Средний слой – *миокард* состоит из особой мышечной ткани. *Перикард* – наружный слой, иногда называемый сердечной сорочкой, уменьшает трение сердца при работе и защищает его от внешних воздействий. Часть слова «кард» означает «сердце». Наука, изучающая сердце, называется кардиология, врач-специалист по заболеваниям сердца – кардиолог.

Более подробно о строении и работе сердца можно прочитать в энциклопедии для детей «Биология. Человек. Т. 18», изд-во «Аванта+».

## Лабораторная работа № 4

# ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

### Цель:

- ✓ научиться измерять артериальное давление.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Артериальное давление» («Тонومتر»);
- модуль батареи;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- кабель В/М-mini–А/М.

### Введение

Кровяное давление – давление крови на стенки сосудов и камер сердца, возникающее в результате сокращения сердца, нагнетающего кровь в сосудистую систему, и сопротивления сосудов. Оно обеспечивает непрерывность кровотока в кровеносных сосудах. Измеряется кровяное давление в мм вод. ст. или мм рт. ст.

Наиболее важным медицинским и физиологическим показателем состояния кровеносной системы является величина давления в аорте и крупных артериях – артериальное давление (АД).

АД изменяется от пикового давления, возникающего при сокращении левого желудочка, до самого низкого, сохраняемого закрытием аортального клапана и силой эластического сопротивления артериальной системы.

Пиковое давление называют *систолическим*, а давление, сохраняемое даже во время расслабления левого желудочка, называют *диастолическим*. По их показателям рассчитывают среднее артериальное давление (САД). САД не является простым средним арифметическим этих двух показателей давления, потому что продолжительность диастолы вдвое превышает продолжительность систолы. САД может быть определено с достаточной точностью с помощью данного уравнения:

$$\text{САД} = (\text{СД} + 2 \text{ДД}) / 3,$$

где СД – систолическое давление; ДД – диастолическое давление.

При определении величины кровяного давления первым традиционно указывается систолическое давление, а вторым – диастолическое давление. У взрослых 120/80 считается нормальным кровяным давлением.

Высоким считается артериальное давление – 140/90 или выше. Превышение артериального давления относительно среднего показателя называется *гипертонией*, или *артериальной гипертонией*. Высокое артериальное давление – главный фактор риска возникновения многих серьезных заболеваний, включая сердечные приступы и застойную сердечную недостаточность.

Пониженные по сравнению со средним показатели артериального давления называют *гипотонией*. Серьезность низкого давления, а также опасность для здоровья высокого кровяного давления были объяснены в последние десятилетия.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению практических работ в учебном кабинете.

Сообщите преподавателю о любых возможных проблемах со здоровьем, которые могут усугубиться из-за вашего участия в этом эксперименте.

### Порядок выполнения работы

#### Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в рабочей тетради сетку отчетной таблицы.

#### Таблица

Возраст \_\_\_\_\_ Пол \_\_\_\_\_ Вес \_\_\_\_\_ Рост \_\_\_\_\_

Систолическое давление, мм рт.ст.	Диастолическое давление, мм рт.ст.	Среднее артериальное давление, мм рт.ст.

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Артериальное давление» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения работы

3. Подключите *комплект 1* через модуль сопряжения USB-200 к ПК.
4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля артериального давления (рис. 2).

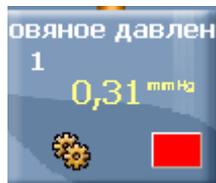


Рис. 2. Окно модуля «Артериальное давление»

5. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «Артериальное давление» (рис. 2), чтобы открыть диалоговое окно.
6. Поставьте флажок рядом с пунктом **Arb+mmHg** (ЧСС+мм рт. ст.) в выпадающем меню (рис.3).

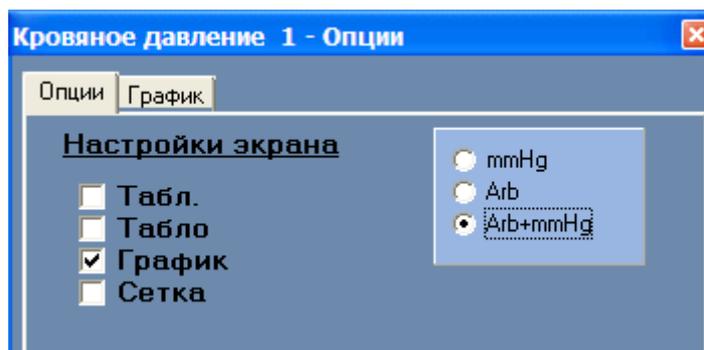


Рис. 3. Установка режима измерительного модуля

7. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
  - а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

- б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

8. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 5).



Рис. 5. Дополнительная панель инструментов

9. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно.
- а) Установите продолжительность эксперимента – 30 секунд.
- б) Установите частоту измерения – 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 6).

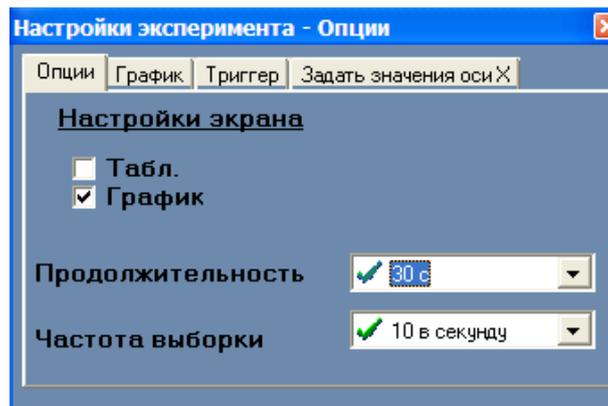


Рис. 6. Установка эксперимента

10. Закройте диалоговое окно.
11. Для проведения работы вам необходимо разделиться на пары – испытуемый и лаборант.

### ***Исследование и измерение***

12. Лаборант должен надеть манжету измерительного модуля «Артериальное давление» на левое плечо испытуемого. Для этого необходимо плотно обернуть манжету модуля «Артериальное давление» вокруг верхней части руки испытуемого приблизительно на 2 см выше локтя. Два резиновых шланга от манжеты должны располагаться сверху, вдоль мышцы бицепса (плечевой артерии), а не под рукой (рис. 7).



Рис. 7. Размещение манжеты измерительного модуля на руке испытуемого

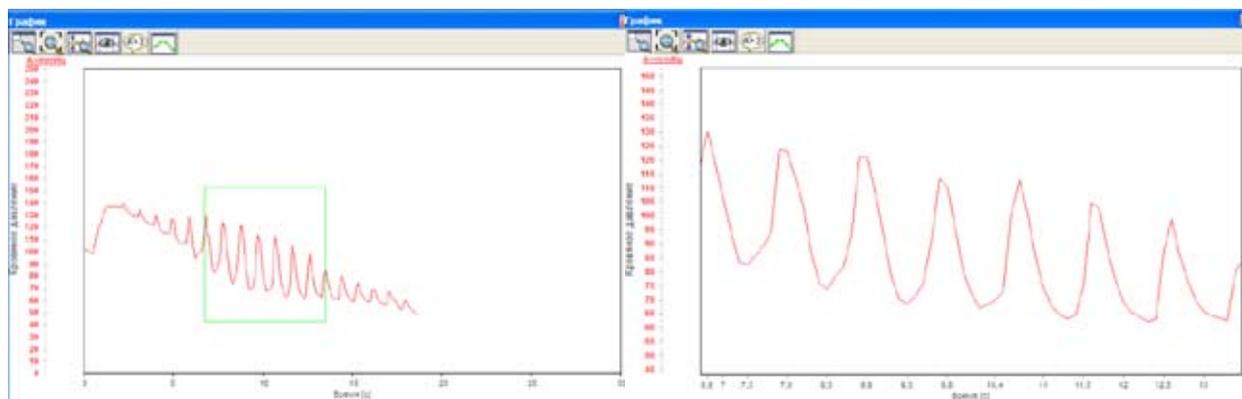
Обратите внимание, что во время сбора данных испытуемый должен оставаться неподвижным – при проведении измерений нельзя шевелить ни кистью, ни рукой.

13. Перед тем как начать накачивать манжету, проверьте, что вентиль спуска воздуха (находится рядом с резиновой грушей) закручен вправо (по часовой стрелке) до упора.
14. Накачайте грушей манжету, чтобы давление в ней достигло примерно 160 мм рт.ст. Прекратите накачивать.
15. Нажмите кнопку **Измерить**  на дополнительной панели инструментов (рис. 5), чтобы начать измерение артериального давления, и одновременно начните выпускать воздух из манжеты, слегка открутив вентиль влево (против часовой стрелки).
16. Испытуемый должен почувствовать первое пульсовое биение в плечевой артерии (систолическое давление) и сообщить об этом лаборанту словом «Старт». Лаборант должен отметить это время на экране. Через некоторое время биение пульса в плечевой артерии испытуемого перестанет ощущаться (это будет уровень диастолического давления), испытуемый должен произнести слово «Стоп», а лаборант отметить время на экране и нажать кнопку **Остановить эксперимент**



## Анализ результатов лабораторной работы

17. Нажмите кнопку **Увеличить выделенный сектор**  на панели инструментов работы с графиком и, удерживая левую клавишу мыши, выделите временной сектор начала и окончания биения пульсовой артерии испытуемого (рис. 8а).
18. Как только вы отпустите клавишу мыши, сектор увеличится (рис. 8б).



а. До увеличения

б. После увеличения

Рис. 8. Работа с графиком

19. Запишите максимальное (систолическое) и минимальное (диастолическое) значение артериального давления в этом секторе в отчетную таблицу.
20. Рассчитайте среднее значение артериального давления и запишите его в отчетную таблицу.
21. Сохраните данные, нажав кнопку **Сохранить эксперимент**  на дополнительной панели инструментов.
22. Повторите измерение артериального давления для лаборанта, который становится испытуемым.
23. Сравните полученные результаты.
24. Ответьте на контрольные вопросы.
25. Сделайте вывод по работе.

### Контрольные вопросы

1. Какие показатели необходимо учитывать при вычислении среднего артериального давления?
2. Что такое гипертония? Чем она опасна?
3. Что такое гипотония? Чем она может быть опасна?

### **Дополнительное задание**

Составьте анонимную анкету для каждого учащегося класса. В анкете задайте вопросы о факторах, которые, по вашему мнению, могут влиять на результаты испытания (например, пол, возраст, режим физических нагрузок, употребление кофе в течение 2 ч после эксперимента, наличие или отсутствие привычки курить). Сравните и найдите различия показателей кровяного давления у учащихся этих групп.

### **Справочный материал**

1. В качестве дополнительного материала по данной теме можно прочитать следующую литературу:
2. Энциклопедия для детей. – М.: Аванта+. Т. 18. Статья «Главный орган».
3. Физиология человека / Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса. – М.: Мир, 2007. Т. 2. Гл. 19.

## Лабораторная работа № 5

# ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

### Цель:

- ✓ измерить температуру поверхности на разных участках тела человека;
- ✓ убедиться, что понятие «постоянная температура тела» является относительным.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Температура поверхности»;
- модуль батареи;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- кабель В/М-mini – А/М.

#### *Материалы:*

- медицинский спирт;
- вата.

### Введение

В процессе эволюционного развития у млекопитающих и птиц выработались механизмы, способные поддерживать температуру тела на постоянном уровне независимо от температуры внешней среды, что делает их менее зависимыми от окружающих условий. Такие организмы получили название *гомойотермные*, или *теплокровные*.

Температура внутренних органов у теплокровных организмов поддерживается в пределах 36–38 °С (у птиц она ближе к 40 °С). Такая температура является оптимальной для работы большинства ферментов, действующих в организме животных и человека, влияя в определенных границах на скорость течения ферментативных реакций.

Температура органов и тканей, как и всего организма в целом, зависит от интенсивности образования тепла – *теплопродукции* и от величины теплопотерь – *теплотдачи*. Теплопродукция происходит вследствие непрерывно совершающихся экзотермических реакций. Эти реакции протекают во всех органах и тканях, но неодинаково интенсивно.

У человека нормальной считается температура тела 36,6 °С, измеренная в подмышечной впадине. Однако различные участки кожной поверхности имеют неодинаковую температуру. В тканях и органах, производящих активную работу (мышечной ткани, печени, почках), выделяется большее количество тепла, чем в менее активных (соединительной ткани, костях, хрящах). Потеря тепла органами и тканями зависит в большой степени от их месторасположения: поверхностно расположенные органы (например, кожа, скелетные мышцы) отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы, более защищенные от охлаждения.

Например, печень, расположенная глубоко внутри тела и дающая большую теплопродукцию, имеет у человека более высокую и постоянную температуру (37,8–38 °С)

по сравнению с кожей, температура которой значительно ниже (на покрытых одеждой участках 29,5–33,9 °С) и в большей мере зависит от окружающей среды.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторных работ в учебном кабинете.

Обязательно проведите дезинфекцию электрода измерительного модуля спиртовым раствором, прежде чем начать им пользоваться.

### Порядок проведения работы

#### Подготовка эксперимента

1. Переоденьтесь в спортивную форму, как для урока физкультуры. Вы будете измерять температуру различных участков тела, обычно защищенных одеждой (плечо, предплечье, голень, ступни ног и др.), поэтому необходимо иметь к ним свободный доступ для проведения измерений.
2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рис. 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- с) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Поверхностная температура» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения работы

3. Подключите модуль сопряжения USB-200 к ПК.

4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Температура поверхности» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля «Температура поверхности»

5. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

6. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

7. Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

8. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

9. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно (рис. 5).

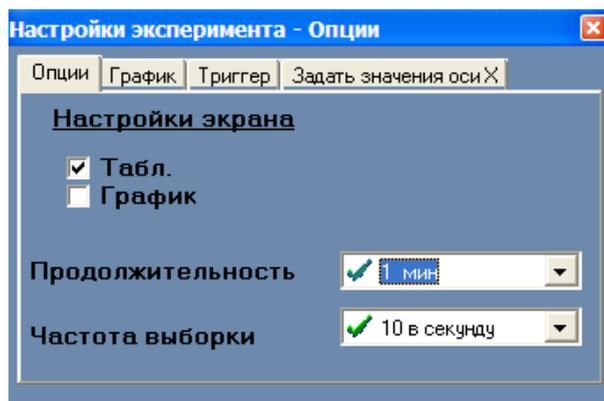


Рис. 5. Окно настройки эксперимента

10. Снимите флажок рядом с надписью **График** и поставьте флажок рядом с надписью **Таблица**. Откроется таблица данных (рис. 6).



Время	Поверхностная температура 1	Ввод переменных

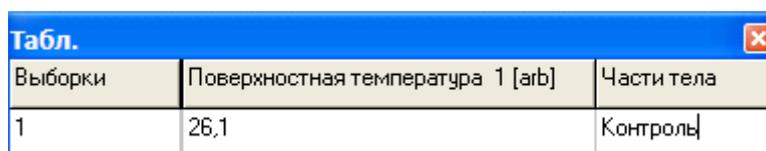
Рис. 6. Установка таблицы данных

11. Закройте диалоговое окно.

### *Исследование и измерение*

12. Нажмите на заголовок третьего столбца таблицы **Ввод переменных**, чтобы изменить его. После нажатия на заголовок он исчезнет. Введите новый заголовок **Части тела**.

13. Нажмите кнопку **Один шаг (пошаговый эксперимент)**  на дополнительной панели инструментов один раз, чтобы измерить температуру воздуха в классной комнате. Это будет контрольное значение для последующих измерений. В первой строке второго столбца таблицы появится значение температуры. Введите в третий столбец этой строки слово **Контроль** (рис. 7).



Выборки	Поверхностная температура 1 [arb]	Части тела
1	26,1	Контроль

Рис. 7. Работа с таблицей

14. Поместите электрод измерительного модуля на середину лба. Наблюдайте за тем, как в окне модуля температура будет возрастать. Вы должны подождать 1–2 мин, пока показания не стабилизируются. После того как температура перестанет изменяться, нажмите еще раз кнопку **Один шаг (пошаговый эксперимент)** . Во второй строке появится значение температуры. Введите в третий столбец этой строки слово **Лоб** (рис. 8).

Выборки	Поверхностная температура 1 [arb]	Части тела
1	26,1	Контроль
2	34,3	Лоб

Рис. 8. Измерение температуры поверхности тела человека

15. Повторите шаг 14 для остальных участков тела в соответствии с таблицей (см. «Справочный материал»).
16. Не забудьте продезинфицировать электрод перед тем, как передать его для опыта своему напарнику.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

17. Распечатайте полученную таблицу, нажав кнопку **Печать**  на дополнительной панели инструментов. Подпишите таблицу: дата проведения эксперимента, фамилия, имя, класс.
18. Вклейте лист с распечатанной таблицей в рабочую тетрадь. (Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте таблицу в рабочую тетрадь и подпишите ее.)
19. Сохраните полученные данные, нажав кнопку **Сохранить эксперимент** .
20. Сравните полученные результаты с данными, приведенными в таблице (см. «Справочный материал»), и ответьте на контрольные вопросы.
21. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Пользуясь полученными данными, найдите наибольшее и наименьшее значения температуры тела человека. На каких участках тела это наблюдается?
2. Почему температура на разных участках тела человека имеет разное значение?
3. Сравните полученные вами данные с данными, приведенными в таблице (см. раздел «Справочный материал»). Имеются ли отличия? Как вы думаете, почему?
4. Можно ли сказать, что человек имеет постоянную температуру тела?

### **Дополнительное задание**

Сравните полученные вами результаты с данными других учащихся класса. Попробуйте провести сравнительный анализ по параметрам: пол, возраст, васкулярность кожи и др.

## Справочный материал

Таблица. Температура различных участков поверхности тела человека

Часть тела	Температура, °C	Часть тела	Температура, °C
Лоб	33,5	Кисть	31,0
Щека	33,5	Первая фаланга указательного пальца	28,5
Шея	34	Голень (область икроножной мышцы)	32,2
Верхняя часть грудной клетки	33,4	Лодыжка	30,0
Подмышечная впадина	36,6	Стопа	29,9
Нижняя часть плеча	33,3	Большой палец ноги	24,4
Середина предплечья	32,9		

### История измерения температуры

Слово «термометр» имеет греческое происхождение (греч. *therme* – жар, тепло + *metreō* – мерю, измеряю).

Слово «градусник» происходит от *gradus* – шаг, ступень, степень.

Различают градусы Фаренгейта (°F), Реомюра (°R), Цельсия (°C), температурную шкалу Кельвина (K).

Первое устройство для измерения температуры было создано итальянским ученым **Галилео Галилеем** (1564–1642). Его прибор был основан на физических свойствах газов изменять объём при нагревании и охлаждении. Недостатком первого термометра было отсутствие точной шкалы, которая позволяла бы выражать значения в численной форме.

Немецкий физик **Габриель Фаренгейт** (1686–1736), разработавший спиртовой термометр (1709) и ртутный термометр (1714), предложил первую температурную шкалу, названную его именем. В качестве нижней опорной точки (0 °F) он использовал температуру замерзания солевого раствора, самую низкую воспроизводимую температуру в то время, а в качестве верхней точки использовалась температура тела человека (96 °F). Сам изобретатель определял вторую эталонную точку как «температуру под мышкой здорового англичанина» (поскольку Фаренгейт трудился в Великобритании). С тех пор в странах английской культуры измерение температуры тела осуществляется при помощи градусников с температурной шкалой Фаренгейта.

В 1730 г. французский естествоиспытатель **Рене Реомюр** (1683–1757) предложил свою температурную шкалу. В 1737 г. его признали иностранным почетным членом

Петербургской Академии наук, и в России для измерения температуры тела стали использовать градусники со шкалой Реомюра. Согласно этой температурной шкале, один градус равнялся  $1/80$  разности температур кипения воды и таяния льда при атмосферном давлении. Спустя несколько десятков лет эта температурная шкала практически вышла из употребления.

Всем знакомая десятичная температурная шкала была предложена в 1742 г. шведским физиком **Андре Цельсием** (1701–1744). Опорные точки соответствовали температурной шкале Реомюра, но 1 градус равнялся  $1/100$  разности температур кипения воды и таяния льда.

И, наконец, в начале XIX века английский учёный **Уильям Томсон**, получивший в 1866 г. за научные заслуги титул барона **Кельвина** (1824–1907), предложил температурную шкалу, которая стала впоследствии основой для международного стандарта современной термометрии. Одновременно Кельвин обосновал понятие абсолютного нуля температуры, при котором прекращается любое тепловое движение. Именно от этого абсолютного нуля и отсчитываются температуры по шкале Кельвина.

Перевести температуру из одной температурной шкалы в другую можно, если знать, что  $0^{\circ}\text{C}$  соответствует  $32^{\circ}\text{F}$  и  $273,15\text{ K}$ , а  $100^{\circ}\text{C}$  равнозначны  $212^{\circ}\text{F}$  и  $373,15\text{ K}$ .

В медицинской практике наибольшее распространение получили следующие типы термометров: ртутный, электронный, инфракрасный.

## Лабораторная работа № 6

# ИЗМЕРЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

### Цель:

- ✓ научиться измерять атмосферное давление с помощью цифрового измерительного модуля.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Барометр» («Атмосферное давление»);
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

### Введение

Каждый день мы смотрим по телевизору, слушаем по радио или читаем в сети Интернет прогноз погоды, обращая внимание, в первую очередь, на информацию о температуре воздуха и осадках, чтобы понимать, как одеваться, брать с собой зонтик или нет. Мы знаем, что температура и осадки – не единственные характеристики погоды. Любой прогноз содержит еще целый ряд важных сведений: атмосферное давление, влажность, направление и скорость ветра. Атмосферное давление – важная характеристика погоды.

Атмосферное давление – давление атмосферы на все находящиеся в ней предметы и Земную поверхность. Атмосферное давление создаётся гравитационным притяжением воздуха к Земле. Атмосферное давление измеряется барометром. Нормальным атмосферным давлением называют давление на уровне моря при температуре 15 °С. Оно равно 760 мм рт.ст. (Международная стандартная атмосфера — МСА, 101 325 Па).

На земной поверхности атмосферное давление изменяется от места к месту и во времени. Особенно важны определяющие погоду непериодические изменения атмосферного давления, связанные с возникновением, развитием и разрушением медленно движущихся областей высокого давления (антициклонов) и относительно быстро перемещающихся огромных вихрей (циклонов), в которых господствует пониженное давление. Отмечены колебания атмосферного давления на уровне моря в пределах 641–816 мм рт.ст. (внутри смерча давление падает и может достигать значения 560 мм рт.ст.).

Атмосферное давление уменьшается по мере увеличения высоты, поскольку оно создаётся лишь вышележащим слоем атмосферы. Зависимость давления от высоты описывается *барометрической формулой*.

На картах давление показывается с помощью изобар – изолиний, соединяющих точки с одинаковым приземным атмосферным давлением, обязательно приведенным к уровню моря.

Атмосферное давление – очень изменчивый метеоэлемент. Из его определения следует, что оно зависит от высоты соответствующего столба воздуха, его плотности, от ускорения силы тяжести, которая зависит от широты места и высоты над уровнем моря.

В ходе лабораторной работы вы научитесь измерять атмосферное давление с помощью цифрового измерительного модуля.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению практических работ в учебном кабинете.

### Порядок выполнения работы

#### Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в тетради отчетную таблицу

Таблица

№	Дата проведения эксперимента	Стандартное атмосферное давление	Атмосферное давление (результат эксперимента)
1		760 мм рт.ст.	

2. Соберите два комплекта модулей для измерений. Для этого:

#### Комплект 1

- подключите кабель USB B/M-mini – A/M к модулю сопряжения USB;
- соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1).

#### Комплект 2

- соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Атмосферное давление».



Рис. 1. Комплект 1 для измерений

3. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Атмосферное давление» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля «Атмосферное давление»

4. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

5. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно.

а) Установите продолжительность эксперимента на 10 секунд.

б) Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 5).

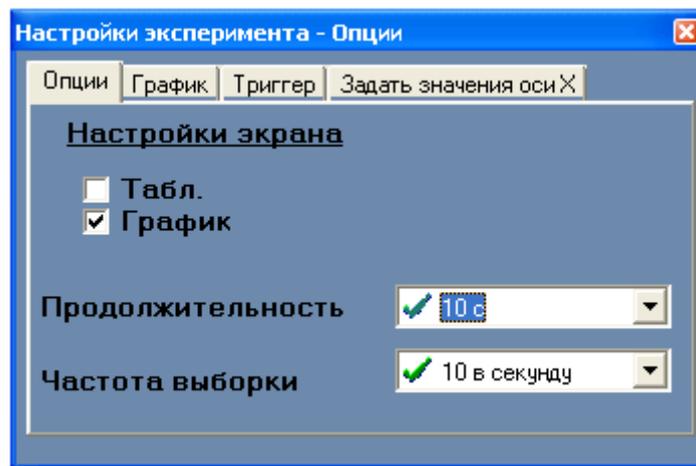


Рис. 5. Установка эксперимента

7. Закройте диалоговое окно.

### *Исследование и измерение*

8. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** . Начнется измерение атмосферного давления. На экране компьютера будет строиться график. Через 10 с опыт по измерению атмосферного давления будет завершен.

9. Для того чтобы узнать среднюю величину атмосферного давления:

а) Нажмите кнопку **Показать функции**  на панели инструментов работы с графиком.

б) В открывшемся окне выберите вкладку **Статистика**.

с) Нажмите кнопку **Вычислить статистику**  и запишите среднюю величину в ячейку «Атмосферное давление (результат эксперимента)» отчетной таблицы.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

10. Сравните полученные результаты.

11. Ответьте на контрольные вопросы и выполните задания.

### **Контрольные вопросы**

1. Сравните полученное значение атмосферного давления со стандартным атмосферным давлением (760 мм рт.ст.). Обсудите, отличается ли полученное значение атмосферного давления от стандартного.
2. Выскажи свои предположения по поводу погоды на ближайшие три дня:
  - небо будет ясным или будет затянуто облаками?
  - ожидается ли выпадение осадков?
3. В следующие дни внимательно наблюдай за изменениями погоды для проверки своего прогноза. Твой прогноз оказался верным?

### **Дополнительное задание**

Проведите измерение атмосферного давления в течение одной недели. Сопоставьте измерения с измерениями температуры воздуха, облачностью и количеством выпавших осадков.

### **Справочный материал**

1. Атмосферное давление // [http://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосферное давление](http://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосферное_давление)
2. Барометр и атмосферное давление // <http://www.amariner.net/cblog/index.php?/archives/23-unknown.html>

## Лабораторная работа № 7

# ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

### Цель:

- ✓ научиться измерять относительную влажность воздуха.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Влажность»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- психрометр (один на стене в кабинете).

#### *Дополнительное:*

- волосной гигрометр (один на кабинет).

### Введение

Количество водяного пара в воздухе можно выразить как:

- давление водяного пара (парциальное),
- абсолютная влажность воздуха – масса водяного пара в 1 м<sup>3</sup> воздуха,
- относительная влажность воздуха – отношение давления пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара при той же температуре, выраженное в процентах.

Для определения относительной влажности используют специальные приборы – металлический и волосной гигрометры, психрометры. В данной работе относительная влажность измеряется измерительным модулем «Влажность».

Количество водяного пара, содержащегося в воздухе, имеет важнейшее значение для процессов, происходящих в атмосфере. Оно оказывает большое влияние на жизнь растений и животных. Наиболее благоприятным для жизни человека считается воздух с относительной влажностью от 40% до 60% при температуре 20–25 °С. Когда окружающая среда имеет температуру более высокую, чем температура тела человека, то происходит усиленное потоотделение, приводящее к охлаждению организма. Однако такое потоотделение является значительной нагрузкой для человека.

Относительная влажность менее 40% при нормальной температуре воздуха для человека тоже вредна, так как приводит к обезвоживанию организма. Особенно низкая влажность воздуха, 10–20%, наблюдается в помещениях в зимнее время. При низкой влажности воздуха происходит быстрое испарение влаги с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, легких, что может привести к ухудшению самочувствия. Также при низкой влажности воздуха во внешней среде дольше сохраняются патогенные микроорганизмы, а на поверхности предметов скапливается больше статического заряда.

Если относительная влажность высока, то воздух становится влажным и душным. Это действует угнетающе, поскольку испарение происходит очень медленно. Концентрация паров воды в воздухе в этом случае высока, вследствие чего молекулы из воздуха возвращаются в жидкость почти так же быстро, как и испаряются. Если пот с тела испаряется медленно, то тело охлаждается очень слабо, и мы чувствуем себя не совсем комфортно. При относительной влажности 100% испарение вообще не может происходить – при таких условиях мокрая одежда или влажная кожа никогда не высохнут. (По материалам сайта <http://www.ruscampus.co.il/articles/> )

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности при проведении практических работ в учебном кабинете.

### Порядок проведения работы

#### Подготовка эксперимента

Приготовьте тетрадь с отчетом и все необходимое оборудование.

1. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель В/М-mini – А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- в) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Влажность» (рис. 1б)



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

2. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
3. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Влажность» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля влажности

4. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

5. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно.

а) Установите продолжительность эксперимента на 10 секунд.

б) Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 5).

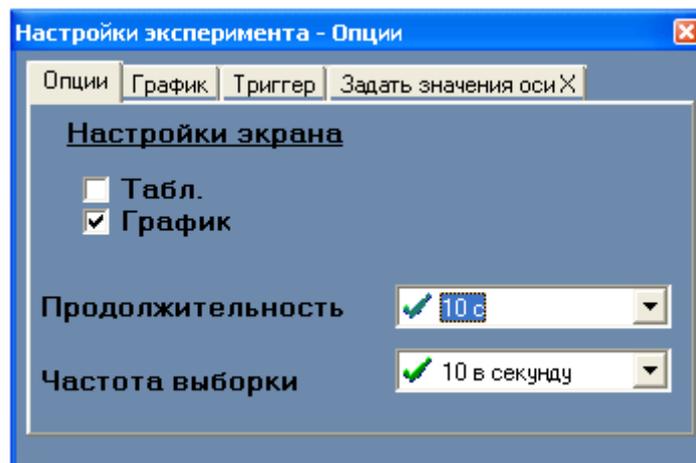


Рис. 5. Установка эксперимента

7. Закройте диалоговое окно.
8. Нажмите кнопку **Настройки модуля** в окне модуля «Влажность». Поставьте флажок напротив строки **Табл.** На экране появится окно, содержащее таблицу «Относительная влажность».

### *Исследование и измерение*

#### I. Измерение относительной влажности воздуха в классе

9. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** . Начнется измерение относительной влажности. На экране компьютера будет строиться график и заполняться таблица. Через 10 с опыт по измерению относительной влажности будет завершен.
10. Найдите максимальное значение относительной влажности в таблице. Запишите это значение в колонку «Относительная влажность воздуха в классе» отчетной таблицы.

#### II. Измерение относительной влажности воздуха над стаканом с теплой водой

11. Поместите модуль «Относительная влажность» над стаканом с теплой водой на высоте 5–6 см.
12. Повторите шаг 9.
13. Найдите максимальное значение относительной влажности в таблице и запишите это значение в колонку «Относительная влажность воздуха над стаканом с теплой водой» отчетной таблицы.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

14. Сравните полученные результаты.
15. Ответьте на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

1. Сравните результат измерения относительной влажности воздуха в классе со значением относительной влажности над стаканом с теплой водой. Отличаются ли они? На сколько влажность воздуха над стаканом с теплой водой выше, чем в классе?
2. С началом холодов в зданиях включают отопление. В помещениях поддерживается комфортная для работы и отдыха температура. При этом происходит понижение уровня влажности в помещении. Иногда относительная влажность воздуха понижается до 20–15% – воздух становится очень сухим. Такой низкий уровень влажности вреден для здоровья. Предложите несколько способов повышения влажности воздуха в помещении в зимний период.

### **Справочный материал**

1. Влажность воздуха  
// <http://plants-house.ru/uxod-za-rastenyami/16-vlazhnost-vozduxa.html>
2. Влажность воздуха в квартире: норма // <http://eko-jizn.ru/?p=1885>

## Лабораторная работа № 8

# ИЗУЧЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

### Цель:

- ✓ выяснить от чего зависит электропроводность веществ;
- ✓ исследовать удельную электропроводность различных веществ;
- ✓ установить взаимосвязь между строением вещества и его способностью проводить электрический ток.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- USB кабель В/М-mini–А/М.

#### Традиционное:

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 50 мл (5 шт.).

#### Реактивы:

- вода дистиллированная;
- хлорид натрия, NaCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- спирт этиловый (этанол), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- сахароза (сахар), 0,05 М раствор, 20 мл.

#### Материалы:

- салфетки бумажные.

## Введение

Всем известно, что электрические приборы следует держать подальше от раковины или ванны. Но знаете ли вы, что *чистая* вода практически не проводит ток?! Вещества, растворенные в воде, – вот что проводит электричество. Большинство природных вод и питьевая вода содержат *электролиты* – соединения, диссоциирующие в воде на ионы. В результате образуется раствор, который проводит электричество.

Способность раствора проводить электричество (проводимость) измеряется с помощью кондуктометра (счетчика удельной проводимости раствора). Показания электропроводности могут быть использованы для оценки количества электролита, растворенного в воде, и следовательно показать, насколько чистым является исследуемый образец воды. Показания проводимости используются для оценки степени очистки сточных вод и определения пригодности воды к употреблению человеком в бытовых целях.

Можно сказать, что электролиты – это вещества, молекулы которых в растворе вследствие электролитической диссоциации распадаются на ионы. В соответствии

с тем, как легко электролиты диссоциируют на ионы, они подразделяются на сильные и слабые. Чем выше электропроводность раствора, тем сильнее электролит.

*Сильными* называются *электролиты*, которые в растворах диссоциируют полностью независимо от концентрации раствора. Сильные электролиты обычно имеют ионное строение. Чем больше число свободных подвижных ионов в электролите, тем выше его способность переносить или проводить электрический ток. К ним относятся большинство солей, которые уже в кристаллическом состоянии построены из ионов, гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов, некоторые кислоты (HCl, HBr, HI, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>).

Молекулы *слабых электролитов* лишь частично диссоциированы на ионы, которые находятся в динамическом равновесии с недиссоциированными молекулами. К слабым электролитам относятся многие органические кислоты и основания в водных и неводных растворах. Степень диссоциации зависит от природы растворителя, концентрации раствора, температуры и других факторов.

*Неэлектролиты* – соединения, не диссоциирующие на ионы, и следовательно не проводящие электричество.

В данной работе вы познакомитесь с некоторыми свойствами сильных и слабых электролитов и веществ, не проводящих электрический ток, наблюдая за их поведением в водных растворах. А также с факторами, которые определяют способность раствора проводить электричество.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторных работ в учебном кабинете.

Раствор соляной кислоты по степени воздействия на организм относится к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Раствор может вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в тетради отчетную таблицу.

Таблица

<b>Раствор</b>	<b>Удельная электропроводность, <i>мСм/см</i></b>
Дистиллированная вода	
HCl	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	
NaOH	
NaCl	
Сахар	

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

*Комплект 1*

- а) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а);

*Комплект 2*

- с) закрепите модуль «Проводимости» в лапке штатива, поместите чувствительный щуп модуля в стакан с водой;
- д) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Проводимость»» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для измерения

3. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Проводимость» (рис. 2).

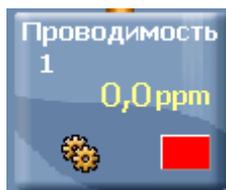


Рис. 2. Окно модуля «Проводимость»

5. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне измерительного модуля «Проводимость» (рис. 2), чтобы открыть диалоговое окно. Установите единицы измерения модуля, выбрав **мСм/см**.
6. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
7. Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.
8. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

9. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
10. Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.
11. Нажмите кнопку **Эксперимент при Подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

12. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5)

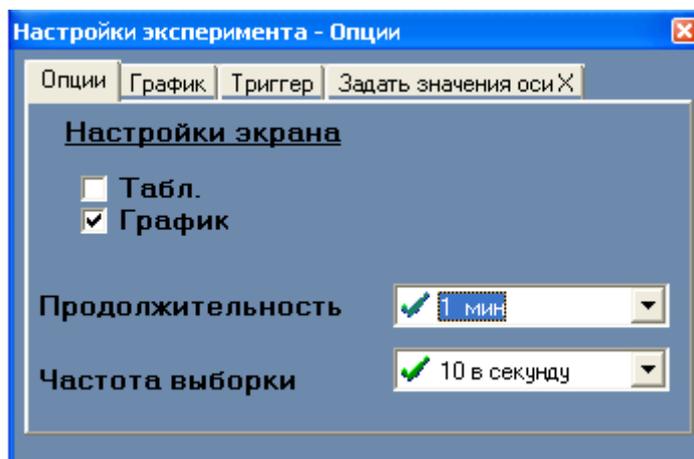


Рис. 5 Окно настройки эксперимента

13. Создайте таблицу данных, поставив флажок рядом с **Таблица**, предварительно сняв флажок с **График**.
14. В открывшейся таблице щелкните курсором мыши по названию третьей колонки **Ввод данных** и измените его на **Растворы** (рис. 6).

Время	Проводимость 1	Растворы

Рис. 6. Создание таблицы данных

15. Закройте диалоговое окно настройки эксперимента.

### *Исследования и измерения*

16. Введите модуль «Проводимость» в стакан с 20 мл дистиллированной воды. Убедитесь, что модуль полностью погружен в раствор. Показания в окне модуля на экране должны отражать отсутствие проводимости (или низкий показатель, близкий к нулю).
17. Подождите, пока значение удельной электропроводности стабилизируется, и затем нажмите один раз кнопку **Один шаг (Пошаговый режим)** .
18. Проведите аналогичные измерения для всех исследуемых растворов. Запишите значение удельной электропроводности каждого раствора в таблицу. Не забывайте промывать измерительный модуль дистиллированной водой и протирать бумажной салфеткой перед каждым погружением в новый раствор.
19. В конце эксперимента промойте измерительный модуль и протрите его бумажной салфеткой.

### ***Анализ результатов лабораторного опыта***

20. Заполните отчетную таблицу данными об исследованных растворах.  
Проанализируйте измеренные значения удельной электропроводности и подразделите электролиты на классы.
21. Ответьте на контрольные вопросы.
22. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Попробуйте объяснить разницу в удельной электропроводности различных растворов на основании полученных данных.
2. Напишите уравнения диссоциации исследованных соединений.

### **Дополнительные задания**

- Как вы объясните разницу в удельной электропроводности водопроводной воды из различных стран или даже разных городов одной страны?
- Исследуйте удельную электропроводность воды из различных источников (водопроводная вода, отфильтрованная вода, минеральная вода, дистиллированная вода) и сравните полученные данные.

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация об электропроводности:  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%EE%E2%EE%E4%E8%EC%EE%F1%F2%FC>
2. Дополнительная информация об электролитах:  
<http://www.volnakz.com/himiya-biologiya/elektrolity/>
3. Дополнительная информация об электропроводности природных вод:  
<http://www.geohydrology.ru/udelnaya-elektricheskaya-provodimost-vodyi.html>

## Лабораторная работа № 9

# ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

### Цель:

- ✓ научиться измерять влажность почвы с помощью тензиометра;
- ✓ измерить влажность почвы в горшках с комнатными растениями;
- ✓ сравнить показатели влажности почвы;
- ✓ сделать вывод о степени увлажненности почвы и ее влиянии на рост и развитие комнатных растений.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Влажность почвы»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Дополнительные материалы:*

- дистиллированная вода, 100 мл;
- горшки с комнатными растениями с разной степенью увлажненности почвы;
- бумажные салфетки.

### Введение

Очень часто от начинающих цветоводов можно услышать: «У меня неизвестно отчего погибает цветок, что делать?». Обычно растения вянут по одной из трех причин: переувлажнение почвы, пересушка почвы, поражение вредителями или болезнями.

Вода необходима для роста и развития растений, поэтому комнатное растение не может жить без воды. Сеянец в песчаной почве без воды может погибнуть в течение дня, растение с мясистыми листьями – спустя несколько месяцев. И в том и в другом случае гибель растений неизбежна.

Однако, как недостаток воды, так и ее избыток отрицательно сказываются на жизнедеятельности наших зеленых питомцев. Начинающие цветоводы поливают свои растения ежедневно, не уменьшая частоту полива с наступлением зимы, и считают, что увядание или пожелтение листьев говорит только о том, что растение хочет пить. В результате почва превращается в месиво, в которой почти ни одно комнатное растение не может выжить. Переувлажнение почвы губительно для растений, потому что к корням не проникает живительный воздух и развиваются болезни, вызывающие загнивание корней. Переувлажнение почвы – один из основных факторов гибели комнатных растений.

В этой работе вы будете измерять влажность почвы комнатных растений с помощью цифрового измерительного модуля «Влажность почвы». Модуль работает по принципу тензиометра. Тензиометр – это наполненная водой и закупоренная трубкой с пористым керамическим наконечником, который устанавливается в почве и суб-

страте. Если почва сухая, вода выходит за счет диффузии через отверстия в керамическом наконечнике, создавая отрицательное давление в закупоренной трубке. Если почва влажная – вакуум в тензиометре втягивает воду в прибор. Это давление измеряется и отображается манометром.

Влажность почвы измеряется в следующих единицах:

$$1 \text{ гПа (гектопаскаль)} = 1 \text{ мБар} = \text{давление столба воды в } 1 \text{ см.}$$

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности при проведении практических работ в учебном кабинете.

При проведении работы не допускайте проливания жидкостей на измерительные приборы и клавиатуру компьютера.

### Порядок проведения работы

#### Подготовка эксперимента

1. Начертите в тетради отчетную таблицу 1.

Таблица 1. **Измерение влажности почвы**

№ почвенного образца	Влажность почвы, <i>cbar</i>	Степень увлажнения
1		
2		
3		

2. Подготовьте измерительный модуль «Влажность почвы» для проведения измерений. Для этого:
  - а) снимите зеленый колпачок с трубки электрода;
  - б) налейте в трубку до краев дистиллированной воды;
  - в) закройте плотно трубку колпачком.
3. Соберите два комплекта модулей для измерения, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель USB B/M-mini – A/M к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- в) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Артериальное давление» (рис. 1б).



а. Комплект 1

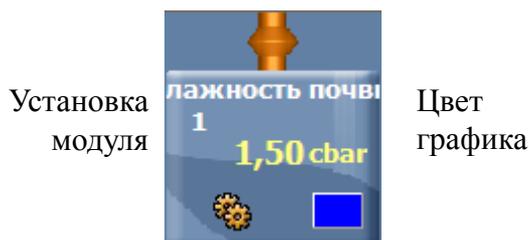


б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

4. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB-100 к ПК.
5. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Влажность почвы» (рис. 2).



Установка модуля

Цвет графика

Рис. 2. Окно измерительного модуля

6. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
  - а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

- б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- d) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

7. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

8. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «Влажность почвы» (рис. 2). Откроется диалоговое окно. Выберите режим измерения **cbar** (рис. 5).

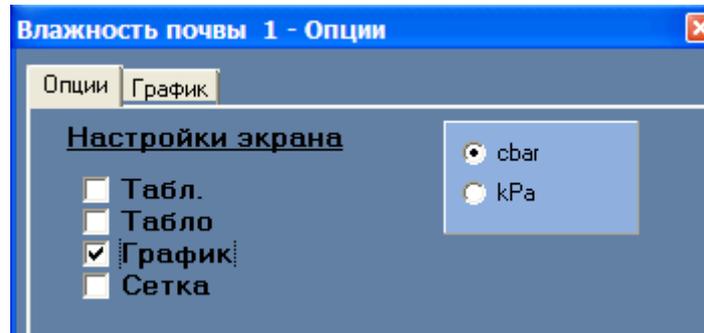


Рис. 5. Установка режима измерения

9. Закройте окно установки модуля.
10. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели (рис. 4). Откроется диалоговое окно.
- a) Установите продолжительность измерения на 20 минут
- b) Установите частоту измерения на 6 в минуту (рис. 6).

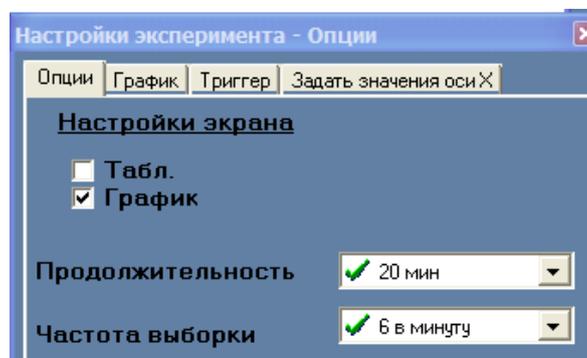


Рис. 6. Настройка эксперимента

11. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля.
12. Для проведения измерений распределите обязанности в паре. Один из вас, исследователь, будет работать с комплектом 2, размещая измерительный модуль в горшках с комнатными растениями, стоящими на подоконнике. Второй, лаборант, будет работать с комплектом 1 у компьютера.

### *Исследование и измерение*

13. *Исследователь.* При проведении измерений старайтесь не размещать комплект измерительных модулей непосредственно на поверхности почвы – влажность отрицательно влияет на работу измерительных приборов. Для того чтобы избежать непосредственного контакта техники с влажной почвой, размещайте комплект на краях цветочного горшка или пользуйтесь полиэтиленом или штативом.
14. Поместите трубку измерительного модуля в горшок с комнатным растением таким образом, чтобы керамический наконечник полностью оказался в почве (рис. 7).



Рис. 7. Размещение измерительного модуля в почве

15. *Лаборант.* Как только ваш товарищ поместит керамическую трубку в цветочный горшок с почвой, нажмите кнопку **Запуск эксперимента**  на дополнительной панели (рис. 4), чтобы начать измерение. На экране будет строиться график. Через 20 минут измерение автоматически завершится.
16. Изучите полученный график. Обратите внимание на характер кривой – возрастающая или убывающая. Найдите панель инструментов работы с графиком (сверху и слева от графика, рис. 8).



Рис. 8. Панель инструментов работы с графиком

17. Нажмите кнопку **Масштаб**  на этой панели, чтобы увидеть график в оптимальном режиме.
18. Нажмите кнопку **Показать функции** . Откроется дополнительное окно. Выберите вкладку **Статистика** в этом окне и нажмите кнопку **Вычислить статистику** (рис. 9)
19. Если график возрастающий – запишите в отчетную таблицу максимальное значение влажности почвы; если график убывающий – минимальное.
20. Закройте окно статистики.
21. Сохраните график на экране, нажав кнопку **Заморозить видимые графики**  на дополнительной панели инструментов.
22. Поменяйте цвет графика для следующего измерения. Для этого:
- а) Нажмите кнопку **Цвет графика**  в окне измерительного модуля (рис. 2). Откроется дополнительное окно (рис. 10).

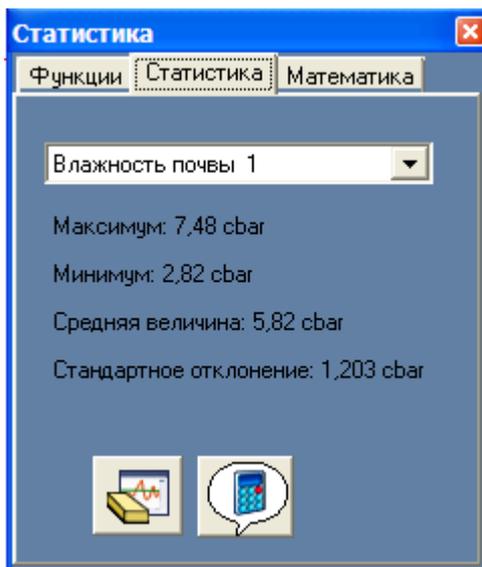


Рис. 9. Окно статистики



Рис. 10. Окно «Цвет графика»

- б) Выберите любой цвет, отличающийся от первого графика, и нажмите кнопку **ОК**.
23. Повторите вместе с исследователем измерение влажности почвы в других цветочных горшках. Не забывайте сохранять графики на экране и менять цвет для каждого последующего измерения.
24. *Исследователь.* После последнего измерения вылейте воду из керамической трубки, тщательно промойте ее снаружи проточной водой и высушите с помощью бумажной салфетки.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

25. Изучите полученные графики и сделайте вывод о степени увлажненности почвы в каждом конкретном цветочном горшке.



26. Распечатайте графики, нажав кнопку **Печать** на дополнительной панели инструментов, подпишите их и вклейте в отчет. (Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте графики в рабочую тетрадь и подпишите их.)

27. Ответьте на контрольные вопросы.

28. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Какую роль играет вода в жизни комнатных растений?
2. Какой принцип лежит в основе работы измерительного модуля «Влажность почвы»?
3. Какой фактор более негативно влияет на жизнедеятельность комнатных растений: пересушка или переувлажнение земляного кома? От чего это зависит?
4. Какой вывод по результатам ваших измерений можно сделать о водном режиме почвы исследуемых образцов?

### **Дополнительные задания**

1. Опишите комнатные растения, влажность почвы которых вы исследовали более подробно. Результат представьте в виде таблицы 2.

**Таблица 2. Комнатные растения**

<b>Название растения</b>	<b>Родина</b>	<b>Полив</b>	<b>Состояние</b>	<b>Влажность почвы</b>	<b>Соответствие рекомендациям</b>

2. Проведите дополнительные измерения влажности почвы у других комнатных растений учебного кабинета.

## Справочный материал

Таблица 3. **Факторы, влияющие на обильность или частоту полива комнатных растений**

Когда поливать больше	Когда поливать меньше
Растения в стадии роста	Растения в период покоя
Растения с большим количеством листьев	Растения с небольшим количеством листьев
Растения с крупными широкими листьями, испаряющие много влаги	Растения с сочными мясистыми листьями
Цветущие растения	
Взрослые растения с мощной корневой системой	Растения с небольшой корневой системой, особенно если корни растения пострадали от вредителей, болезней или вследствие не правильного ухода
Если в горшке хороший дренаж и большие дренажные отверстия	Если в горшке нет дренажных отверстий
Если летом стоит сухая, жаркая погода	Если летом стоит дождливая пасмурная погода
Растения в глиняных горшках	Растения в непористой посуде (пластмасса, металл и т.п.)
В помещениях с сухим теплым воздухом зимой	Растения, находящиеся в прохладном или влажном помещении

Как правильно поливать растения // <http://iplants.ru/vrezim.htm>

## Лабораторная работа № 10

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ

### Цель:

- ✓ определить жизненную емкость легких;
- ✓ сравнить полученные экспериментальные данные с теоретическими.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Спирометр»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini – А/М.

#### Дополнительное:

- бумажный фильтр.

## Введение

Каждый из нас ежеминутно производит 16–18 дыхательных движений, благодаря сокращению диафрагмы и межреберных мышц. Смысл их в том, чтобы обеспечивать *внешнее дыхание* – первый этап доставки кислорода и последний этап удаления из организма углекислого газа. Механизм вдоха и выдоха регулируется дыхательным центром продолговатого мозга.

У взрослого человека при спокойном дыхании за один вдох в лёгкие поступает около 500 мл воздуха. Это называют *дыхательным объемом*. Если после спокойного вдоха сделать еще и усиленный вдох, в легкие можно вместить около 1,5 л воздуха. Это – *дополнительный дыхательный объем*. Те же 1,5 л воздуха можно выделить из легких после спокойного выдоха при максимальном напряжении вспомогательной дыхательной мускулатуры – это *резервный объем*. Сумма дыхательного, дополнительного и резервного объема составляет *жизненную емкость легких* (ЖЕЛ). Этот показатель определяется при помощи спирометра.

В норме жизненная емкость легких составляет у женщин в среднем 2,7 л, у мужчин – 3,5 л, у некоторых спортсменов может достигать 6 л. ЖЕЛ является одним из показателей физического развития и может быть достаточно точно рассчитана, исходя из основных антропометрических размеров грудной клетки. Снижение жизненной емкости легких отмечается при различных заболеваниях: эмфиземе, пневмосклерозе, застое в малом круге кровообращения.

*Форсированная жизненная емкость* (ФЖЕЛ) определяется при максимально быстром выдохе. Длительность форсированного выдоха в норме – не более 1,5–2,5 с. Отношение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) к жизненной емкости легких (ЖЕЛ) характеризует бронхиальную проходимость.

## Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности при проведении практических работ в учебном кабинете.

Не участвуйте в опыте, если вы недавно перенесли бронхолегочное или острое респираторное заболевание, а также, если вы имеете хронические заболевания легких или дыхательных путей.

## Порядок проведения работы

### Подготовка эксперимента

1. Начертите в тетради отчетную таблицу.

Таблица. **Жизненная емкость легких**

Фамилия, имя: \_\_\_\_\_

Пол (муж/жен)	Рост, м	Возраст, полных лет	ЖЕЛ, мм рт.ст.	ДЖЕЛ, л

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель В/М-mini – А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- с) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Спирометр»
- д) вставьте в измерительный модуль «Спирометр» бумажный фильтр со стороны серебристого ободка с изображением легких и надписью «PROLog» (рис. 1б).

3. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB-200 к ПК.
4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появится окна измерительного модуля «Спирометр» (рис. 2).

5. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом же окне, чтобы откалибровать измерительный модуль «Спирометр» до значения «0».
6. Закройте окно настройки измерительного модуля.



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

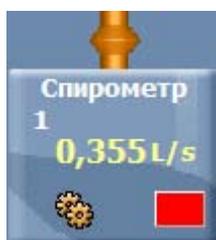


Рис. 2. Окно измерительного модуля

7. Нажмите кнопку **Настройки модуля**  в окне измерительного модуля. Откроется дополнительное окно (рис. 3).

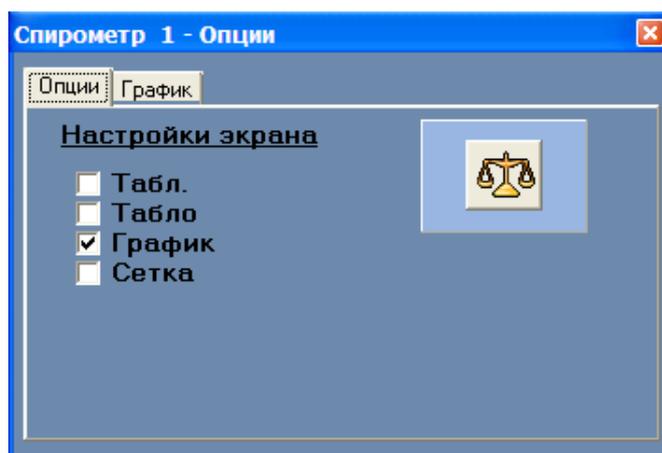


Рис. 3. Окно настройки модуля

8. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
- Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

- б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

- д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

9. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 5).



Рис. 5. Дополнительная панель инструментов

10. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно.

- а) Установите продолжительность эксперимента на 10 секунд.  
б) Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 6).

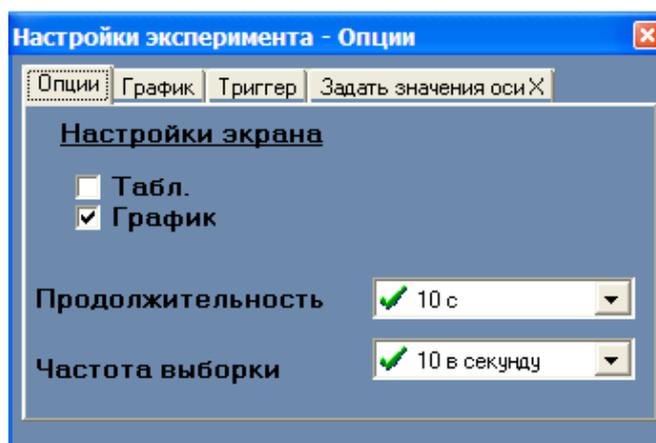


Рис. 6. Установка эксперимента

11. Закройте диалоговое окно установки эксперимента.  
12. Для проведения работы вам необходимо разделится на пары – испытуемый и лаборант. Лаборант работает с *комплектom 1*, испытуемый – с *комплектom 2*.

Во время проведения измерения испытуемый не должен видеть экран компьютера. Он может сесть спиной к экрану.

### *Исследование и измерение*

13. Испытуемый должен сесть на стул, держа спину прямо, расправить плечи, взять спирометр в руку и поднести его ко рту со стороны бумажного фильтра. Затем сделать глубокий вдох и выдохнуть воздух в спирометр.
14. Перед тем как испытуемый сделает выдох в спирометр, лаборант должен нажать кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. После максимально глубокого выдоха испытуемого лаборант должен нажать кнопку **Остановить эксперимент** . На экране будет построен график зависимости объема выдыхаемого воздуха от времени.
15. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб** на панели инструментов работы с графиком.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

16. Чтобы узнать жизненную емкость легких испытуемого:
  - а) Нажмите кнопку **Показать функции**  на панели инструментов работы с графиком. Откроется дополнительное окно. Выберите в этом окне вкладку **Статистика** и нажмите кнопку **Вычислить статистику**  (рис. 7).

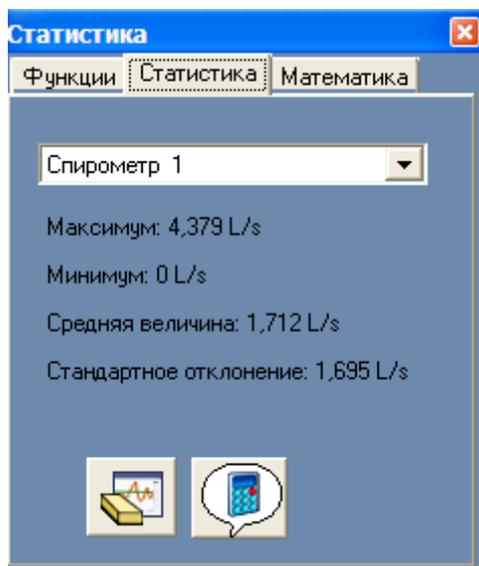


Рис. 7. Окно статистики

- б) Выберите первую строку **Максимум** и запишите это значение в ячейку «ЖЕЛ, л» отчётной таблицы.
17. Повторите работу для лаборанта, который становится испытуемым. При этом используйте новый бумажный фильтр. После проведенного исследования обязательно выбросите бумажные фильтры и проведите стерилизацию наконечника медицинским спиртом.

18. Рассчитайте должное значение жизненной емкости легких (ДЖЕЛ) для вашего пола, роста и возраста по формуле:

для девочек до 17 лет при росте от 1 до 1,75 м ДЖЕЛ =  $3,75 \times \text{рост, м} - 3,15$ ;

для мальчиков до 17 лет при росте до 1,65 м ДЖЕЛ =  $4,53 \times \text{рост, м} - 3,9$ ,

при росте свыше 1,65 м ДЖЕЛ =  $10 \times \text{рост, м} - 12,85$ .

и внесите полученный результат в отчетную таблицу.

19. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.

20. Сделайте вывод по работе.

### Контрольные вопросы

1. Что такое жизненная емкость легких? Как можно ее определить?
2. От чего зависит показатель ЖЕЛ?
3. Сравните полученные вами экспериментальные данные с должной жизненной емкостью легких (ДЖЕЛ). К какой группе испытуемых вы отнесли бы себя: тренированный, нетренированный, со скрытой патологией, исходя из того, что ЖЕЛ считается сниженной, если ее фактическая величина составляет менее 80% должной жизненной емкости легких (ДЖЕЛ)?
4. Сравните полученные вами данные с данными других учащихся класса. У кого жизненная емкость легких получилась больше – у юношей или у девушек? Как вы думаете, почему?
5. Если ваш показатель ЖЕЛ получился меньше должной, объясните возможные причины этого явления.
6. Если ваш показатель ЖЕЛ получился выше должной, объясните возможные причины этого явления.
7. Почему ЖЕЛ является важным показателем физического развития человека?

### Дополнительное задание

Проведите измерение форсированной жизненной емкости легких, сделав максимально быстрый выдох. Длительность форсированного выдоха не должна превышать 1,5–2,5 с. Рассчитайте отношение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) к жизненной емкости легких (ЖЕЛ).

### Справочный материал

#### *Дыхательная гимнастика*

Йоги говорят, чтобы быть здоровым нужно правильно питаться, правильно двигаться и правильно дышать.

В зависимости от того, какие мышцы в основном участвуют в акте дыхания, различают грудной, диафрагмальный и смешанный типы дыхания. У мужчин преимущественно брюшной тип дыхания, у женщин – грудной.

Часто люди не задумываются над тем, как они дышат и какое огромное значение имеет правильное дыхание для их здоровья. Дыхательный ритм, частота и глубина

дыхания в какой-то мере подчинены воле и сознанию человека. Различают следующие виды дыхания:

- а) дыхание верхушками легких;
- б) дыхание при помощи диафрагмы;
- в) дыхание грудью;
- г) дыхание гармонично полное (всеми легкими).

Наиболее правильным и эффективным является полное гармоничное дыхание, при котором все доли легких заполняются воздухом полностью – вначале нижние, затем средние, а потом верхние. Полное гармоничное дыхание последовательно соединяет в себе все три типа в одно волнообразное движение.

### *Упражнение 1. Полное гармоничное дыхание*

Сядьте прямо. Расслабьте, насколько можете, мышцы и сделайте сильный выдох, при этом брюшной пресс втяните внутрь. А затем медленно делайте вдох, который должен состоять из трех последовательных фаз:

- 1) медленно выпячивайте живот: диафрагма опускается – и воздух засасывается в лёгкие (фаза брюшного дыхания);
- 2) расширьте нижнюю часть грудной клетки: средняя часть лёгких также наполнится воздухом (фаза среднего дыхания);
- 3) теперь постарайтесь полнее расширить и выпятить грудную клетку и немного приподнять плечи, чтобы втянуть в легкие последнюю порцию воздуха, причем столько, сколько может его вместиться, одновременно вы замечаете, как немного подтянулся живот (фаза верхнего дыхания).

После вдоха немного задержите дыхание. Пауза задержки дыхания равна половине времени вдоха. После паузы переходите к выдоху. Выдыхать нужно через нос так же медленно, как и вдыхать. Выдох должен пройти три плавно соединяющихся фазы:

- 1) вначале втяните живот: из нижних отделов легких воздух выдавится диафрагмой наружу;
- 2) сожмите грудную клетку: воздух покинет средние отделы легких;
- 3) опустите плечи и ключицы, чтобы удалить воздух из верхних отделов легких.

После выдоха сделайте паузу, равную половине вдоха. Обычно выдох несколько длиннее вдоха. Попробуйте выполнить это упражнение несколько раз, и вы заметите, что оно не очень простое. Нужна тренировка.

### *Упражнение 2. Очистительное дыхание по йоге*

Встаньте прямо, втяните брюшную стенку, затем медленно сделайте полный, глубокий вдох, заполняя вначале нижние, затем средние, а потом верхние отделы легких.

А вот выдох будем делать особый. Вы должны выпускать воздух из легких порциями, задерживая каждую порцию на 2–3 секунды. Воздух выдыхайте через рот, выталкивая его из легких, сложив губы трубочкой. Потом задержите выдох на 2–3 секунды, сделайте вдох и вновь таким же образом выдохните следующую порцию воздуха. Выдох порциями должен продолжаться до полного освобождения легких от воздуха. Это упражнение делаем только два раза: до начала и в конце дыхательной гимнастики.

### *Дыхательная гимнастика по методу А.Н. Стрельниковой.*

Стрельниковская дыхательная гимнастика – детище нашей страны. Создавалась она на рубеже 1930-40-х гг. как способ восстановления певческого голоса, потому что А.Н. Стрельникова была певицей и его потеряла. Это единственная гимнастика в мире, в которой активный вдох носом делается на сжатии грудной клетки. Специфика дыхательной гимнастики в том, что мышцы рук и груди не помогают дыхательным мышцам, заставляя их работать с полной нагрузкой, что резко активизирует газообмен.

*Упражнение 1.* Поворот головы направо и налево. На каждый поворот (в конечной точке) – короткий, шумный, быстрый выдох. Вдох носом настолько резкий, что слегка вытягиваются, сжимаются крылья носа. Темп – один вдох в секунду. О выдохе совсем не думать, он происходит автоматически через слегка приоткрытый рот. Это положение относится и ко всем другим упражнениям.

*Упражнение 2.* Наклоны головы вправо и влево. Резкий вдох в конце каждого движения.

*Упражнение 3.* Наклоны головы вперед и назад. Короткий вдох в конце каждого движения.

Эти три упражнения носят характер разминки.

Полностью комплекс упражнений по Стрельниковой можно прочитать по ссылке:  
[http://fictionbook.ru/author/oleg\\_astashenko/diyhatelnaya\\_gimnastika\\_po\\_strelnikovoyi/read\\_online.html?page=1](http://fictionbook.ru/author/oleg_astashenko/diyhatelnaya_gimnastika_po_strelnikovoyi/read_online.html?page=1)

## Лабораторная работа № 11

# СНЯТИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

### Цель:

- ✓ снять вольт-амперную характеристику лампы накаливания.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Ток»;
- измерительный модуль «Напряжение»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini – А/М.

#### *Традиционное:*

- источник питания на 4 В;
- лампочка на подставке;
- ключ;
- реостат;
- соединительные провода.

#### *Дополнительное:*

- металлическая доска для крепления элементов цепи.

### Введение

При прохождении постоянного электрического тока по металлическому проводнику свободные электроны наталкиваются на положительные ионы проводника и передают им часть своей кинетической энергии. Ионы совершают колебательные движения относительно своих положений равновесия и препятствуют движению электронов, оказывая, таким образом, сопротивление электрическому току.

С повышением температуры усиливаются беспорядочные колебания ионов в узлах кристаллической решетки, электроны проводимости все чаще сталкиваются с ионами, длина свободного пробега электронов уменьшается, и соответственно увеличивается удельное сопротивление, причем прямо пропорционально температуре проводника:

$$R = R_0 (1 + at),$$

где  $R$  – электрическое сопротивление проводника при температуре  $t$ ;

$R_0$  – электрическое сопротивление при температуре  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ;

$a$  – температурный коэффициент сопротивления;

$t$  – температура проводника в градусах  $^\circ\text{C}$ .

Изменение сопротивления проводников в зависимости от температуры приводит к тому, что вольт-амперная характеристика нелинейна. Это особенно заметно в тех проводниках, где температура существенно меняется, например, в лампах накаливания.

## Техника безопасности

Во время выполнения работы будьте внимательны и аккуратны.

Не приступайте к выполнению работы без разрешения учителя.

Размещайте приборы, материалы, оборудование на своём рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

Обнаружив любую неисправность, немедленно сообщите об этом учителю.

## Указания к работе

### Подготовка эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительные модули «Ток» и «Напряжение» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Соединение модулей для снятия вольт-амперной характеристики лампы

2. Запустите программу PROLog и убедитесь в том, что измерительные модули

определены. Если программа уже запущена, нажмите кнопку **Поиск модулей** . В окне измерительного модуля появится соответствующий значок (рис. 2).

3. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. При этом откроется окно для наблюдения графической зависимости силы тока и напряжения.



Рис. 2. Окно модулей напряжения и тока

4. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

5. Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. При этом откроется окно для наблюдения графической зависимости силы тока и напряжения.

7. Соберите электрическую цепь по схеме (рис. 4), включив реостат в качестве потенциометра:

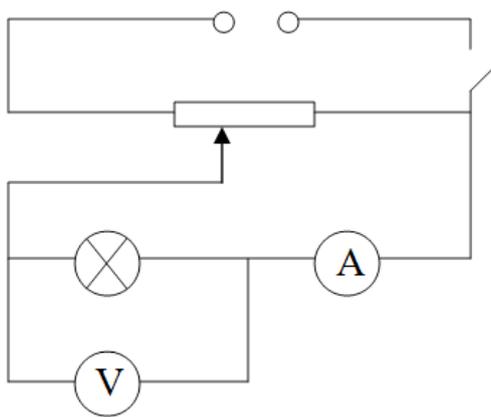


Рис. 4. Электрическая цепь для проведения эксперимента

Обратите внимание на полярность включения измерительных модулей. Красные провода соответствуют «+» полюсу, черные – «-» полюсу.

8. Приготовьте в тетради отчетную таблицу для записей результатов измерений.

*Таблица.* Зависимость силы тока на лампе от напряжения на ее концах

	1	2	3	4	5	6	7	8
U, В								
I, А								

### *Исследование и измерение*

9. Выполните пошаговый эксперимент.

а) Поставьте реостат в положение, соответствующее максимальному сопротивлению. Напряжение и сила тока будут при этом минимальны.

б) Нажмите кнопку **Один шаг** .

в) Измените сопротивление реостата таким образом, чтобы напряжение увеличилось, например, на 0,5 В. Нажмите кнопку **Один шаг** .

г) Повторите предыдущий пункт несколько раз.

10. Изучите полученный график.

11. Для более наглядного отображения графика воспользуйтесь настройками:

а) Нажмите кнопку **Настройки модуля**  сначала у одного измерительного модуля.

б) В открывшемся окне откройте вкладку **График** (рис. 5).

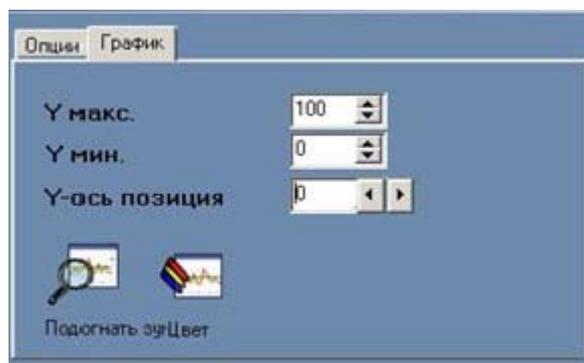


Рис. 5. Окно настроек графика

12. Задайте значения максимального и минимального значений для наглядного отображения линии графика.
13. Перечертите график в отчет или распечатайте на принтере. Для этого нажмите на значок **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите график. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь.
14. Откройте данные эксперимента в форме таблицы. Для этого:
  - а) В окне измерительного модуля нажмите кнопку **Настройки модуля** .
  - б) В новом окне поставьте галочку напротив пункта **Таблица**.
15. Занесите данные эксперимента в отчетную таблицу.
16. По данным таблицы постройте график зависимости силы тока от напряжения.

### ***Анализ результатов лабораторной работы***

17. Проведите анализ полученных в работе данных, запишите вывод в отчет. Вывод должен содержать ответы на вопросы:
  - Что вы делали?
  - Что вы наблюдали?
  - Какие физические величины были измерены в данной работе?

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой электрический ток в металлах?
2. В чем заключается природа электрического сопротивления металлических проводников?
3. Как сопротивление металлических проводников зависит от температуры?

### **Дополнительное задание**

Вычислите электрическое сопротивление лампы накаливания при разных значениях силы тока. Объясните полученный результат.

## Справочный материал

1. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений/А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2009.
2. Элементарный учебник физики: учеб. Пособие. В 3т./ Под ред. Г.С.Ландсберга: ТП. Электричество и магнетизм. – М., Наука. Физмат, 1995.
3. Электронный ресурс: <http://physics.ru/courses/op25part2/content/chapter1/section/paragraph12/theory.html>
4. Электронный ресурс: [http://www.motor-remont.ru/books/2/02\\_9.html](http://www.motor-remont.ru/books/2/02_9.html)
5. Электронный ресурс: [http://class-fizika.narod.ru/10\\_9.htm](http://class-fizika.narod.ru/10_9.htm)

## Лабораторная работа № 12

# ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

### Цель:

- ✓ измерить магнитную индукцию магнитного поля постоянного магнита;
- ✓ исследовать магнитное поле постоянных магнитов и результат наложения полей.

### Оборудование и материалы:

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Магнитное поле»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini – А/М.

#### *Традиционное:*

- постоянные полосовые магниты (2 шт.);
- постоянный дугообразный магнит.

### Введение

Кусок железа или стали при помещении в постоянное магнитное поле намагничивается. Затем, после удаления из магнитного поля, он длительное время сохраняет свою намагниченность. Такие тела получили название постоянных магнитов.

Постоянный магнит имеет пару полюсов – северный и южный. Разделить полюсы, то есть получить магнит только с одним полюсом – невозможно. Неотделимость полюсов объясняется гипотезой Ампера. Согласно гипотезе Ампера, постоянный магнит можно представить как совокупность элементарных магнитов, а каждый элементарный магнит – это круговой ток, циркулирующий вокруг небольшой части вещества: атома, молекулы или их группы.

Поле постоянного магнита обнаруживается по действию на магнитную стрелку или на виток с током. Магнитная стрелка поворачивается и устанавливается в определенном положении относительно магнита. Аналогично магнитной стрелке ведет себя легкий виток с током, свободно подвешенный на проводниках. На виток действует магнитное поле постоянного магнита, создавая вращающий момент, в результате чего виток поворачивается и устанавливается определенным образом.

Для характеристики магнитного поля вводят величину  $B$ , которая называется магнитной индукцией поля. Величина магнитной индукции определяется по максимальному вращающему моменту, действующему на магнитную стрелку или на виток. Чем больше магнитная индукция поля, тем сильнее воздействие на магнитную стрелку или виток с током.

Единицей магнитной индукции является 1 Тл (Тесла). 1 Тесла – очень большая величина, поэтому на практике используют мТл.  $1 \text{ мТл} = 10^{-3} \text{ Тл}$ .

Измерительный модуль магнитного поля измеряет индукцию магнитного поля в мТл. По значению индукции магнитного поля судят об усилении или ослаблении поля вокруг постоянного магнита.

Пределы измерения модуля находятся в интервале 0,00 – 9,99 мТл.

За направление линий магнитного поля или линий магнитной индукции принимают направление линий, выходящих из северного полюса магнита и входящих в южный полюс.

Измерительный модуль магнитного поля отображает значения магнитной индукции с разным направлением магнитных линий при помощи разных знаков. Отрицательные значения магнитной индукции означают, что в данном месте магнитные линии направлены противоположно магнитным линиям в той части поля, в которой измерительный модуль показывает положительные значения для магнитной индукции.

### Техника безопасности

Во время выполнения работы будьте внимательны и аккуратны.

Не приступайте к выполнению работы без разрешения учителя.

Размещайте приборы, материалы, оборудование на своём рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

Обнаружив любую неисправность, немедленно сообщите об этом учителю.

**Не роняйте магниты и не допускайте их соударения во избежание их размагничивания.**

### Указания к работе

#### Подготовка эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 1. Для этого:

#### Комплект 1

- а) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1 а).

#### Комплект 2

- а) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Магнитное поле» (рис. 1 б).



а. Комплект 1

б. Комплект 2

Рис. 1. Установка для выполнения работы

2. Запустите программу PROLog и убедитесь в том, что измерительный модуль определен. Если программа уже запущена, нажмите кнопку **Поиск модулей** . В левой части экрана появится окно измерительного модуля «Магнитное поле» (рис. 2).



Рис. 2. Окно измерительного модуля

3. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
- Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.
  - Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
4. Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

### ***Исследование и измерение***

#### **I. Изучение магнитного постоянного полосового магнита**

- Расположите на середине листа тетради с отчетом постоянный полосовой магнит.
- Обведите его контур, обозначьте его полюса – N и S.
- Поместите в непосредственной близости, прямо напротив одного из его торцов, измерительный модуль магнитного поля (рис. 4).
- В месте, в котором находится рабочая часть измерительного модуля (рис. 4), определите значение магнитной индукции, запишите его на данном месте листа.
- Отодвиньте измерительный модуль на 1,5–2 см от магнита, вновь выполните измерение, запишите новый результат.

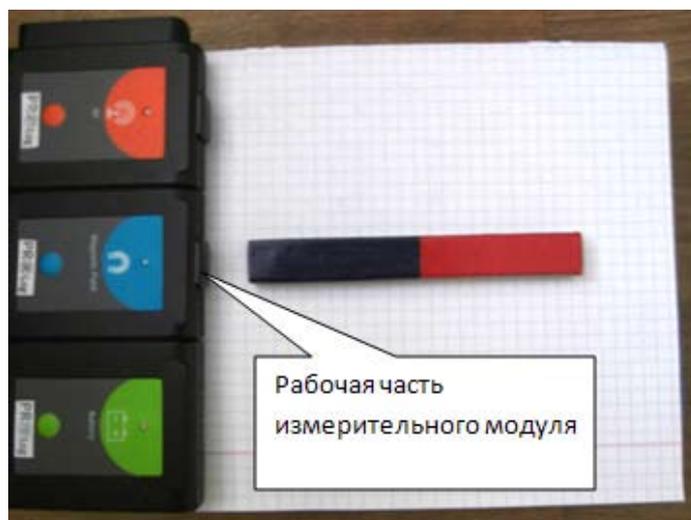


Рис. 4. Изучение магнитного поля постоянного магнита

10. Выполните аналогичным образом 4–5 измерений, отмечая каждый раз на листе значение магнитной индукции.
11. Поместите измерительный модуль с противоположной стороны магнита.
12. Выполните аналогичные измерения.
13. Помещая измерительный модуль в разные точки поля, получите представление о том, как оно выглядит.
14. Нарисуйте на вашем рисунке линии магнитной индукции поля.

II. Изучение магнитного поля,  
созданного двумя постоянными полосовыми магнитами

15. На новом листе положите два одинаковых полосовых магнита друг на друга одноименными полюсами. Изучите полученное поле описанным методом.
16. На новом листе положите два полосовых магнита друг на друга разными полюсами. Изучите полученное поле описанным методом.

***Анализ результатов лабораторной работы***

17. Проведите анализ полученных в работе данных, запишите вывод в отчет.

Вывод должен содержать ответы на вопросы:

- Что вы делали?
- Что вы наблюдали?
- В каких пределах менялось значение магнитной индукции при выполнении работы?

**Контрольные вопросы**

1. Какие тела называются постоянными магнитами?
2. Как можно искусственно получить постоянный магнит?
3. В чем заключается гипотеза Ампера?

### **Дополнительное задание**

Возьмите дугообразный постоянный магнит. Проведите исследование его магнитного поля при помощи измерительного модуля. Выполните рисунок с изображением магнита и его поля.

### **Справочный материал**

1. Элементарный учебник физики: учеб. Пособие. В 3т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. – М., Наука. Физмат, 1995.
2. Электронный ресурс: [http://class-fizika.narod.ru/8\\_m4.htm](http://class-fizika.narod.ru/8_m4.htm)
3. Электронный ресурс: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/fizika/MAGNITI\\_I\\_MAGNITNIE\\_SVOSTVA\\_VESHCHESTVA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/MAGNITI_I_MAGNITNIE_SVOSTVA_VESHCHESTVA.html)
4. Электронный ресурс: [http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/669ba079-e921-11dc-95ff-0800200c9a66/4\\_3.swf](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/669ba079-e921-11dc-95ff-0800200c9a66/4_3.swf)

## Лабораторная работа № 13

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОТОСИНТЕЗА

### Цель:

✓ убедиться, что зеленые листья растений на свету выделяют кислород.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Кислород»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini – А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив с вспомогательным зажимом и лапкой для пробирок;
- коническая колба, 50 мл;
- настольная лампа или другой источник света.

#### *Дополнительные материалы:*

- зеленые листья растений;
- полиэтиленовая пленка;
- резинка;
- бумажные салфетки;
- ножницы.

## Введение

*Фотосинтез* – это процесс образования органических веществ на свету в зеленых частях растений из углекислого газа и воды. При этом в атмосферу выделяется свободный кислород. Этот процесс можно записать в виде реакции:

Вода + Углекислый газ + Световая энергия → Глюкоза + Кислород

Фотосинтез происходит в хлоропластах – органоидах растительной клетки, которые содержат *хлорофилл* – зеленый растительный пигмент, способный улавливать световую энергию и преобразовывать ее в энергию АТФ. Благодаря процессу фотосинтеза в атмосфере Земли накопился свободный кислород, который в дальнейшем стал использоваться аэробными организмами для процесса дыхания.

## Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведении практических работ в учебном кабинете. Будьте осторожны при работе с колющими и режущими инструментами (ножницы).

## Порядок проведения работы

### Подготовка эксперимента

1. Соберите два комплекта модулей, как показано на рис. 1. Для этого:

#### Комплект 1

- подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### Комплект 2

- закрепите на штативе с помощью вспомогательного зажима и лапки измерительный модуль кислорода в вертикальном положении;
- соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Кислород»;
- поместите зеленые листья растений в колбу (листья должны быть сухими, если они влажные – высушите их бумажной салфеткой);
- закройте горлышко колбы полиэтиленовой пленкой и закрепите пленку резинкой (рис. 1).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения работы

- Подключите *Комплект 1* через модуль сопряжения USB к ПК.
- Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Кислород» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля «Кислород»

4. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

5. Подождите 5 минут, чтобы произошла настройка измерительного модуля «Кислород». В это время начертите в тетради отчётную таблицу.

Таблица. Изучение процесса фотосинтеза

Объект исследования	Количество $O_2$ в воздухе до опыта, % (контроль)	Количество $O_2$ в колбе после опыта, % (опыт)	$\Delta x$	$\Delta y$	Скорость фотосинтеза $V$ , %/мин
Листья (указать вид растения)					

6. Нажмите кнопку **Настройки модуля**  в окне измерительного модуля кислорода (рис. 2). Откроется дополнительное окно (рис. 3). Убедитесь, что режим измерения модуля установлен на «% в воздухе» и результаты измерения будут отражаться на графике.

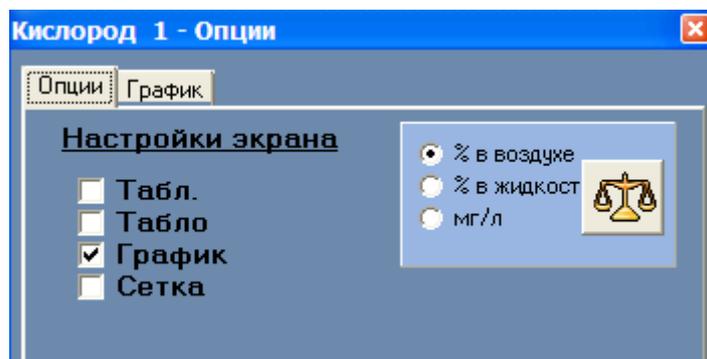


Рис. 4. Окно настройки модуля

7. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом же окне, чтобы откалибровать измерительный модуль «Кислород» до значения 20,9%.
8. Закройте окно настройки модуля кислорода.
9. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 5).



Рис. 5. Дополнительная панель инструментов

10. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Откроется диалоговое окно.
  - а) Установите продолжительность эксперимента – 10 минут.
  - б) Установите частоту измерения – 10 в секунду в выпадающем меню (рис. 6).

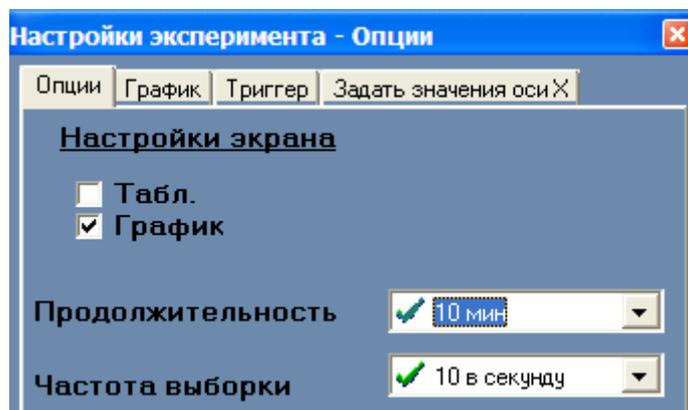


Рис. 6. Установка эксперимента

11. Закройте диалоговое окно.

## Исследование и измерение

### I. Измерение содержания кислорода в воздухе до опыта

12. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента**  на дополнительной панели инструментов (рис. 5), чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график, в окне измерительного модуля – количество кислорода в воздухе. Как только показания стабилизируются, прекратите измерения, нажав кнопку **Остановить эксперимент**  на той же панели.
13. Запишите количество кислорода в столбец «Контроль» отчетной таблицы.

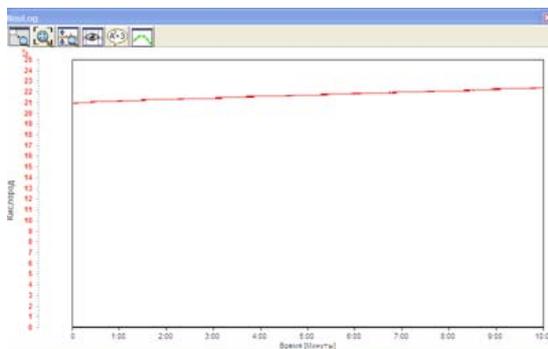
**Примечание.** Для того чтобы перевести единицы измерения *ppm* в объемные проценты, необходимо разделить эту величину на 10 000. Например:

$$379 \text{ ppm} = 0,0379\% \approx 0,04\%$$

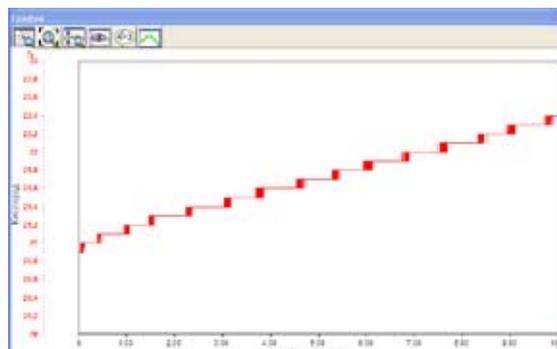
14. Нажмите кнопку **Стереть результаты эксперимента**  на дополнительной панели инструментов (рис. 4).

### II. Измерение содержания кислорода в колбе с листьями во время фотосинтеза

15. Вставьте измерительный модуль кислорода в колбу с листьями. Для этого с помощью ножниц сделайте аккуратно небольшое отверстие в пленке, закрывающей горлышко. Будьте внимательны, модуль не должен касаться листьев!
16. Включите источник освещения.
17. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента**  Для того чтобы начать измерение. Вы можете наблюдать изменение содержания кислорода в колбе по графику, который будет отображаться на экране вашего компьютера.
18. Через 10 минут измерение автоматически завершится (рис. 6а).
19. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  на панели инструментов работы с графиком (рис. 6б).



а



б

Рис. 6. Измерение количества кислорода, выделяемого при фотосинтезе

20. Сохраните полученные данные, нажав кнопку **Сохранить эксперимент** на дополнительной панели инструментов. 

### *Анализ результатов лабораторной работы*

21. Для определения изменения количества кислорода в процессе фотосинтеза нажмите кнопку **Показать функции**  на панели инструментов работы с графиком. Выберите вкладку **Статистика** (рис. 7). Нажмите кнопку **Вычислить статистику** .

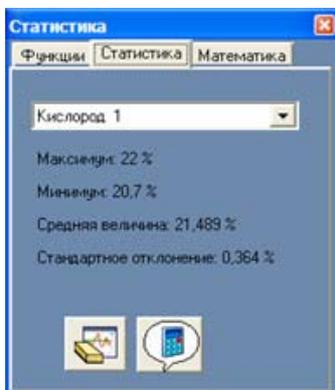


Рис. 7. Окно статистики

22. Для определения скорости выделения кислорода в процессе фотосинтеза нажмите кнопку **Показать курсоры**  на панели инструментов работы с графиком. На экране появятся два курсора. Переместите их следующим образом: первый (розовый) – в начало эксперимента, второй (зеленый) – в конец измерений.

23. Нажмите кнопку **Показать функции**  на той же панели. Выберите вкладку **Линеаризация** (между курсорами) из второго выпадающего меню. Нажмите кнопку **Вычислить функцию** . Если всё сделано правильно, точки на графике зависимости концентрации кислорода от времени будут соединены прямой линией (рис. 8).

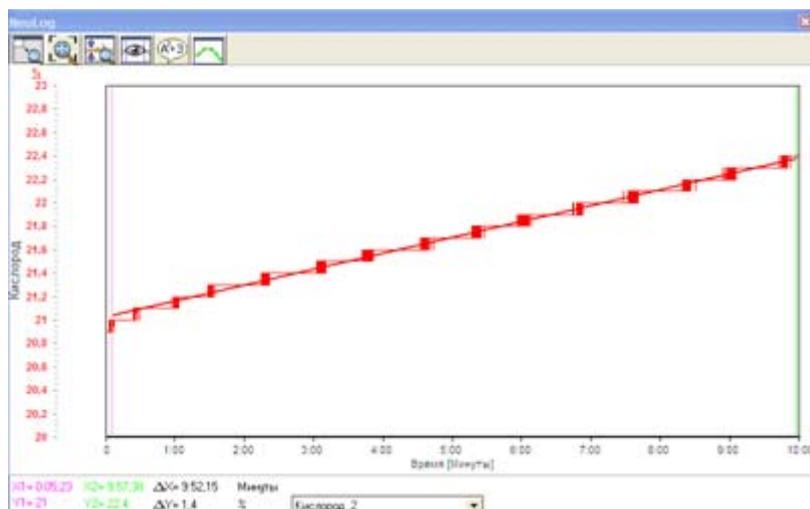


Рис. 8. Построение линейной функции зависимости скорости выделения кислорода от времени

24. Вы увидите в окне функции значение линейаризации  $y$ . Наклон графика, выраженный в угловом коэффициенте, это и есть скорость выделения кислорода. Запишите это значение в отчетную таблицу.
25. Вы также можете сами рассчитать скорость фотосинтеза. Для этого вы должны посмотреть на значения  $\Delta x$  (изменение времени) и  $\Delta y$  (изменение процентного содержания кислорода) под графиком. Запишите эти значения в отчетную таблицу.
26. Рассчитайте скорость фотосинтеза ( $V$ , %/мин) по формуле  $V = \Delta y / \Delta x$ .
27. Сохраните полученные данные, нажав кнопку **Сохранить эксперимент** на дополнительной панели инструментов. 
28. Ответьте на контрольные вопросы. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Как можно доказать, что в процессе эксперимента вы наблюдали фотосинтез?
2. Как можно доказать, не используя измерительный модуль, что выделяемый газ является кислородом?

### **Дополнительное задание**

Проведите измерения скорости выделения кислорода с листьями других растений.

### **Справочный материал**

Подробнее о процессе фотосинтеза можно прочитать в разделе «Фотосинтез или величайшая загадка зеленого растения» книги В. И. Артамонова «Занимательная физиология растений» (М.: Агропромиздат, 1991).

## Лабораторная работа № 14

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

### Цель:

- ✓ научиться измерять основные характеристики звука;
- ✓ изучить диаграммы звуковых колебаний;
- ✓ ознакомиться с назначением генератора низкой (звуковой) частоты (ГНЧ).

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Звук».
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи.

#### *Традиционное:*

- генератор низкой (звуковой) частоты (ГНЧ);
- динамик;
- соединительные провода.

#### *Дополнительное:*

- мобильный телефон.

### Введение

Звук представляет собой упругие волны, распространяющиеся в какой-либо упругой среде и создающие в ней механические колебания.

Звуки можно разделить на музыкальные звуки и шумы. Музыкальные звуки (тональные) – это периодические или почти периодические колебания. *Шум* – звуки, образующие набор частот, непрерывно заполняющих некоторый интервал (сплошной спектр частот). Подобно любой волне звук характеризуется амплитудой, которая определяет громкость звука, и частотой, от которой зависит высота тона.

Для получения и исследования звука в данной работе используется генератор звуковой частоты с подключенным к нему динамиком. Кроме того, исследуются звуковые сигналы, создаваемые голосовыми связками человека. В качестве дополнительного устройства используется мобильный телефон.

Генератор звуковой, или низкой, частоты (ГНЧ) генерирует электрические колебания звуковых частот, которые регулируются по частоте и амплитуде. Для изменения частоты выходящего сигнала служит ручка плавной регулировки от 0 до 10 Гц, кроме того, есть пакетный переключатель, представляющий собой множитель частот. С его помощью можно получать колебания с частотами в 10, в 100, в 1000, в 10 000 раз больше, чем установленные значения на регуляторе звука с плавной регулировкой.

Кроме того, стандартный ГНЧ может генерировать различные по форме сигналы. Амплитуда выходного сигнала варьируется от 0 до 10 В. Электрические колебания, формируемые ГНЧ, подаются на динамик. В динамике происходит преобразование электрических колебаний в механические. В результате появляются звуковые волны заданной частоты и громкости.

Измерение количественных характеристик звука осуществляется измерительным модулем звука, в котором происходит процесс, обратный процессу, происходящему в динамике. В модуле звука механические колебания преобразуются в электрические той же частоты и формы. Именно поэтому появляется возможность увидеть внешнюю форму звуковых колебаний.

### **Техника безопасности**

Перед включением ГНЧ каждый раз убеждайтесь, что амплитуда выходного сигнала соответствует минимуму, т.к. при включении или переключении регистров излучаемый звук может оказаться настолько громким, что может вызвать неприятные и даже болевые ощущения у окружающих.

### **Порядок проведения работы**

#### *Подготовка эксперимента*

1. Познакомьтесь с характеристиками ГНЧ.
2. Подключите динамик к ГНЧ.
3. Приготовьте тетрадь с отчетом и все необходимое оборудование.

#### *Исследование и измерение*

##### I. Измерение частоты гармонических колебаний

4. Соберите установку, как показано на рисунке 1:

#### *Комплект 1*

- а) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

#### *Комплект 2*

- с) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Звук» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Установка для исследования звука

5. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Если программа уже запущена, нажмите кнопку **Поиск модулей** .
6. В левой части экрана появится окно измерительного модуля в одном из следующих видов:
  - а) первый – для измерения громкости звука (рис. 2)
  - б) второй – для измерения частоты звуковых колебаний (рис. 3)



Рис. 2. Окно измерительного модуля для измерения громкости звука

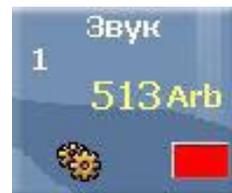


Рис. 3. Окно измерительного модуля для наблюдения звуковых колебаний

Для выполнения данной работы измерительный модуль должен быть настроен на наблюдение колебаний звуковых волн, т.е. на измерение частоты (рис. 4).

7. При необходимости измените настройки модуля. В окне модуля выберите меню **Параметры модуля** . В открывшемся меню выберите вкладку **Опции**, на которой отметьте точкой пункт **Волна**, что означает наблюдение колебаний звука (рис. 4). Закройте вкладку.

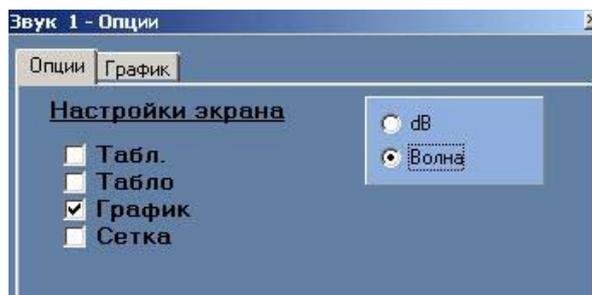


Рис. 4. Настройка параметров измерительного модуля

8. Расположите измерительный модуль звука в 7–10 см от динамика, подключенного к ГНЧ (рис. 5).
9. Убавьте амплитуду выходного сигнала до минимума, включите генератор.
10. Плавно увеличивайте амплитуду выходного сигнала до значения, когда будет отчетливо слышен звук.
11. Используя регулировки ГНЧ, установите частоту выходного сигнала  $\nu = 350$  Гц.

12. Нажмите кнопку **Эксперимент в прямом режиме**  на главной панели инструментов. При этом откроется окно для наблюдения графической зависимости.



Рис. 5. Исследование звуковых волн

13. В меню **Настройки эксперимента**  выполните следующие установки:
- установите продолжительность эксперимента – 25 миллисекунд;
  - установите частоту дискретизации – 10 000 раз в секунду. Закройте окно настроек.
14. Нажмите кнопку **Измерить** , получите график.
15. Проведите несколько экспериментов, добейтесь наглядного графика, изменяя громкость звука и меняя масштаб по вертикали.
16. Изучите полученный график.
17. В окне модуля выберите меню **Параметры модуля**. В открывшемся меню выберите вкладку **График** и установите такие параметры отображения графика, чтобы его вид был максимально наглядным. Закройте окно.
18. Перечертите график в отчет или распечатайте на принтере, нажав кнопку **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите графики. Вклейте лист с распечатанными графиками в рабочую тетрадь.

19. Вычислите по полученному графику частоту колебаний. Сравните ее с частотой, заданной ГНЧ.
20. Повторите шаги 12–19 для различных частот, например, для 500 Гц, 700 Гц, 1000 Гц и 1500 Гц.

## II. Изучение различных звуковых волн

21. Проведите самостоятельное исследование различных звуков, издаваемых человеком: речь, шепот, пение.
22. Получите графические характеристики некоторых из изученных вами звуков, отобразите наиболее характерные из них. Кратко опишите звуковые ощущения в соответствии с полученными графиками.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

23. Проанализируйте полученные в работе результаты. Запишите вывод в отчет. Вывод должен содержать ответы на вопросы:
  - Что вы делали?
  - Что вы наблюдали?
  - Какие характеристики звука были измерены в данной работе?
24. Сравните полученные значения со значениями, установленными на ГНЧ. Проанализируйте сравнение.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое звук?
2. Какие именно характеристики можно определить по графику звукового сигнала?
3. Почему для получения графика звуковой волны были выбраны продолжительность эксперимента – 25 миллисекунд и частота дискретизации – 10 000 раз в секунду.
4. Чем музыкальные звуки отличаются от шумов? Можно ли различить их по графику?

### **Дополнительные задания**

1. С помощью мобильного телефона воспроизведите разнообразные звуки: звонок будильника, барабанная дробь, ритмическая музыка, мелодическая музыка и т.д.
2. Получите графические характеристики некоторых из изученных вами звуков, отобразите наиболее характерные из них. Кратко опишите звуковые ощущения в соответствии с полученными графиками.

### **Справочный материал**

1. Электронный ресурс: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Звук>
2. Электронный ресурс: <http://www.edu.delfa.net/CONSP/meh19.html>
3. Электронный ресурс: <http://school-collection.edu.ru/>. Класс: 9, предмет: физика. Инновационные учебные материалы/ «Физика. 7–9 классы»/Часть 2. 9 класс/ Механические колебания и волны.
4. Библиотека звуков и шумов. Электронный ресурс: <http://get-tune.net/?a=music&q=%E7%E2%F3%EA%E8+%E8+%F8%F3%EC%FB>

## Лабораторная работа № 15

# ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ ОЧКОВ ОТ УФ-В ИЗЛУЧЕНИЯ

### Цель:

- ✓ изучить способность солнцезащитных и очков для чтения защищать от воздействия УФ-В излучения;
- ✓ определить степень защиты солнцезащитных и очков для чтения от УФ-В излучения.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «УФ-В»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini – А/М.

#### Традиционное:

- лабораторный штатив, муфта и лапка.

#### Дополнительные материалы:

- солнцезащитные очки, 3 шт.;
- обычные очки.

### Введение

Вы уже знаете, что загорать на солнце нужно умеренно, поскольку ультрафиолетовое (УФ) излучение может причинить вред вашей коже. Но УФ-излучение также может повредить глаза. Оно поглощается глазами и может вызвать точно такой же ожог, как и солнечный ожог кожи. Такое явление, называемое иногда «снежной слепотой» или «сварочной вспышкой», обычно длится только несколько дней. Но УФ-излучение также может вызвать катаракту – помутнение хрусталика глаза, которое требует хирургического вмешательства или может привести к слепоте.

Наиболее подвержены влиянию УФ-лучей глаза новорожденного младенца, хрусталик которого пропускает до 95% падающего УФ-излучения. К 25 годам менее 25% УФ-лучей достигают сетчатки.

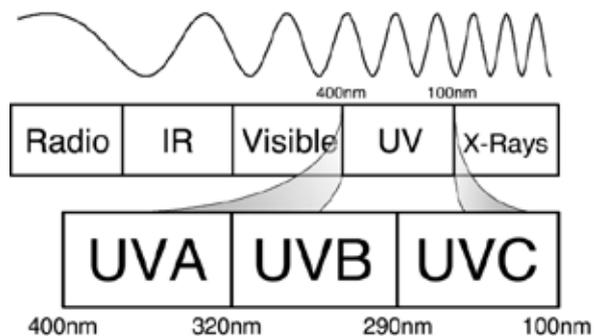


Рис. 1. Электромагнитный спектр

На рис. 1 показано место УФ-излучения в электромагнитном спектре. Обратите внимание, что ультрафиолетовый диапазон разбит на три типа: лучи УФ-А, УФ-В и УФ-С. Наиболее вредное из данных трех видов, УФ-С излучение, поглощается атмосферой и не доходит до поверхности Земли. УФ-В излучение обладает большей проникающей способностью и вызывает загар, морщины и некоторые формы рака кожи. УФ-А излучение также является причиной многих проблем с кожей, например, солнечных ожогов и некоторых форм рака кожи.

Наиболее эффективный способ защиты глаз от ультрафиолета – покрытие их специальными защитными очками, масками, щитками, которые полностью поглощают УФ-излучение. Солнцезащитные очки являются обычными для нас в яркий солнечный день. Однако не все они качественно защищают глаза. Степень защиты очков от УФ-излучения зависит от многих факторов: материала, из которого изготовлены очки, цвета, наличия специальных покрытий и др.

При проведении данного эксперимента вы будете измерять способность различных видов солнцезащитных и обычных очков защищать от воздействия УФ-В излучения.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности при проведении практических работ в учебном кабинете.

Не смотрите прямо на солнце при установке измерительного модуля.

Если измерение проводится в холодное время года, одевайтесь теплее для проведения измерений на улице.

### **Порядок проведения работы**

#### *Подготовка эксперимента*

1. Начертите в тетради отчетную таблицу.

**Таблица 1. Измерение УФ-В излучения**

Измерительный модуль	Прямое измерение	Солнечные очки	Очки для чтения
Интенсивность УФ-В излучения, $mB/m^2$			
Степень защиты от УФ-В излучения, %			

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 2. Для этого:

#### *Комплект 1*

- а) подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б) соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 2а).

#### *Комплект 2*

- в) соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «УФ-В» (рис. 2б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 2. Комплекты для проведения измерений

3. Подключите *комплект 1* через модуль сопряжения USB к ПК.
4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «УФ-В» (рис. 3).



Рис. 3. Окно измерительного модуля

5. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а) Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- д) Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель (рис. 5).



Рис. 5. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на этой панели. Откроется дополнительное окно (рис. 6).

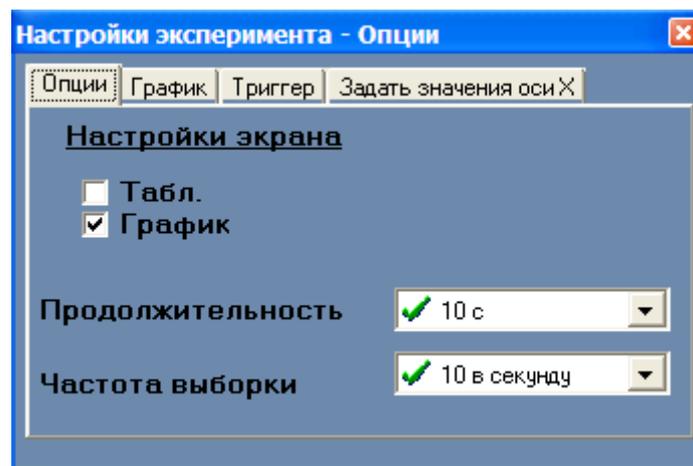


Рис. 6. Окно настройки модуля

- а) Установите продолжительность эксперимента на 10 сек  
 б) Установите частоту измерения на 10 в секунду.
8. Закройте окно настройки эксперимента.
9. Теперь вы должны подготовить *комплект 2* для проведения эксперимента в полевых условиях. Для этого закрепите его на штативе с помощью зажима (рис. 7):



Рис. 7. Установка для проведения эксперимента

### ***Исследование и измерение***

Измерения должны проводиться в яркий солнечный день.

Для проведения измерения вам необходимо распределить обязанности в паре. Один учащийся, ассистент, работает с *комплект 1* (на рабочем месте у компьютера), другой, исследователь, – с *комплект 2* (проводит измерения в полевых условиях).

Исследователь выносит *комплект 2* наружу или, если позволяют погодные условия, может открыть раму и разместить *комплект 2* на подоконнике. Модуль беспроводной связи обеспечивает передачу данных на расстояние не более 30 м.

Во время проведения исследования ассистент и исследователь должны находиться в постоянном контакте друг с другом. Если исследователь проводит измерения на улице (вне зоны видимости ассистента), он может воспользоваться мобильным телефоном для передачи информации.

10. Вынесите ваше оборудование наружу или, если позволяют погодные условия, откройте раму и разместите установку на подоконнике.
11. *Руководство для исследователя.* Используйте штатив и кольцевой зажим, чтобы направить чувствительное окно модуля «УФ-В» прямо на солнце. Для этого руководствуйтесь следующими правилами.
  - a) Используйте тень от комплекта модулей УФ-В излучения, чтобы правильно его направить, не глядя на солнце.
  - b) Удерживайте комплект при помощи большого и указательного пальцев по общему направлению солнечного света.
  - c) По тени от комплекта исследуйте, как меняется его форма, когда вы передвигаете модуль.
  - d) Передвигайте комплект, пока тень не превратится в небольшой прямоугольник. Это указывает на то, что чувствительное окно измерительного модуля теперь направлено непосредственно на солнце.

- е) Запомнив месторасположение комплекта, закрепите его на кольцевом штативе, как показано на рис. 7.
- ф) Как только закрепите комплект на кольцевом штативе, снова используйте тень для окончательной регулировки, чтобы обеспечить наводку чувствительного окна измерительного модуля непосредственно на солнце..
12. Начните измерения, нажав кнопку модуля **Пуск / стоп** (рис. 2б). При нажатии на кнопку загорится красный светодиод. Через 10 с он погаснет, это означает, что измерение завершено.
13. Дайте знать о завершении измерения ассистенту.
14. Ассистент (у компьютера) увидит на экране строящийся график измерения УФ-В излучения. Через 10 с измерение завершится. После этого он должен узнать среднее значение УФ-В излучения прямых солнечных лучей.
15. *Руководство для ассистента.* Чтобы узнать среднее значение УФ-В излучения прямых солнечных лучей:

- а) нажмите кнопку **Показать функции**  на той же панели, откроется диалоговое окно;
- б) выберите вкладку **Статистика** в этом окне и нажмите кнопку **Вычислить статистику** .
- в) выберите третью строку **Средняя величина** (рис. 8) и запишите это значение в отчетную таблицу;

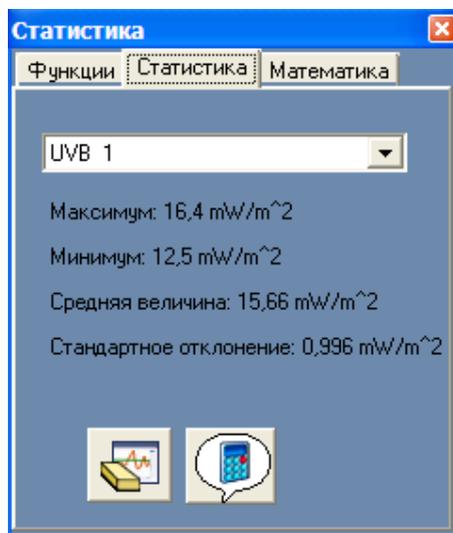


Рис. 8. Окно статистики

- д) закройте окно статистики.
16. Сохраните график на экране, нажав кнопку **Заморозить видимые графики**  на дополнительной панели инструментов (рис. 5).
17. Поменяйте цвет графика для следующей загрузки. Для этого:
- а) нажмите кнопку **Цвет графика**  в окне измерительного модуля (рис. 3).

Откроется дополнительное окно (рис. 9).



Рис. 9. Окно «Цвет графика»

б) выберите любой цвет, отличающийся от первого графика, и нажмите кнопку **ОК**.

18. Дайте знать о завершении анализа графика исследователю.
19. Исследователь должен поместить перед чувствительным окном измерительного модуля солнцезащитные очки и вместе с ассистентом повторить шаги 12–18.
20. Затем исследователь должен поместить перед чувствительным окном измерительного модуля очки для чтения и вместе с ассистентом повторить шаги 12–18.
21. После завершения измерений, исследователь должен разобрать комплект 2 и вернуться на рабочее место.

#### *Анализ результатов лабораторной работы*

22. Рассчитайте степень защиты от УФ-В излучения для обоих типов очков по формуле:

$$\% \text{ защиты от воздействия УФ-В} = \frac{\text{УФ-В излучение солнца} - \text{УФ-В через очки}}{\text{УФ-В излучение солнца}} \times 100;$$

23. Распечатайте полученные графики, нажав кнопку **Печать**  на дополнительной панели инструментов (рис. 5). Подпишите графики.

24. Вклейте лист с распечатанными графиками в рабочую тетрадь.

Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте полученные графики в рабочую тетрадь и подпишите их.

25. Сохраните эксперимент в компьютере, нажав кнопку **Сохранить эксперимент**



на дополнительной панели инструментов.

26. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.

27. Сделайте вывод по работе.

### Контрольные вопросы и задания

1. На какие типы делится УФ-излучение?
2. Какое влияние оказывает УФ-излучение на глаза человека?
3. Для кого ультрафиолет наиболее опасен – для молодых или взрослых людей?
4. Как можно защитить глаза от ультрафиолета?
5. Изучите этикетку на солнцезащитных очках. Соответствуют ли полученные вами данные данным, указанным производителем? (См. Справочный материал.)
6. Если степень защиты очков для чтения оказалась выше, чем солнцезащитных очков, как вы думаете, с чем это может быть связано?

### Дополнительное задание

Повторите эксперимент с другими образцами солнцезащитных очков. Результат оформите в виде таблицы.

Таблица 2. Изучение степени защиты солнцезащитных очков разных производителей

Характеристики	Пара 1	Пара 2	Пара 3
Информация производителя о защите от УФ излучения			
Материал линз			
Цвет линз			
Интенсивность УФ-В излучения солнца			
Интенсивность УФ-В излучения через очки			
Защита от УФ-В излучения			

## Справочный материал

### *Как правильно выбрать солнцезащитные очки*

Самые важные параметры в выборе очков – это материал и цвет линз.

Стекла очков изготавливают из стекла или пластика. Стекло гарантирует защиту от ультрафиолета, меньше искажает предметы и снижает, по сравнению с пластиковым аналогом, возможность царапин. Но стеклянные линзы небезопасны: могут разбиться, и при неблагоприятных условиях осколки нередко повреждают глаза. Они имеют высокую абразивную устойчивость, но намного тяжелее пластиковых линз, запотевают и более хрупкие. Стеклянные линзы не подходят для детей.

Линзы из пластика легче стеклянных и безопасны. Но пластик, не обработанный специальными средствами, так же, как и тот, который «обработан» кустарно, пропускает ультрафиолетовые лучи, а следовательно, вредит глазам. Но есть линзы, имеющие специальный химический ингредиент, который задерживает вредное излучение, правда, в данном случае высокое качество пластика должно быть гарантировано. Такие очки не следует покупать в случайных ларьках и на рынках. В изготовлении пластиковых линз лидируют такие страны-производители, как Канада, Германия и Франция.

Основной принцип выбора темных очков с пластиковыми стеклами – остановиться на тех, которые не пропускают ультрафиолетовые лучи. Они бывают двух типов: А и В. В-лучи, офтальмологи считают более опасными. На этикетках качественных очков существует надпись: «Blocks at least 90% UVB and 60% UVA». Цифры, конечно, меняются. Эта надпись расшифровывается так: «линзы не пропускают 90% ультрафиолетовых лучей В и 60% ультрафиолетовых лучей А». На этикетках фирменных очков еще указываются длины волн, которые не пропускают линзы. Полную защиту от излучений обеспечивают очки с указанием 400 нм (нанометров). Их ультрафиолетовый спектр защищает от волн длиной до 400 нм. Если же цифра ниже 400 нм, то очки частично пропускают ближний ультрафиолет. Существует еще показатель – коэффициент преломления: 1,4; 1,5; 1,6 и т.д. Чем больше коэффициент, тем лучше линза, то есть более тонка и прозрачна.

Качество пластиковых линз можно определить самостоятельно. Положить линзу на тряпочку с квадратным плетением ткани. Чем лучше линза, тем меньше будет искажение структуры ткани, покрытой линзой. Второй «ультрафиолетовый» тест требует времени для ношения – область вокруг глаз, защищенных хорошими очками, останется незагорелой. Если очки маленькие и не полностью закрывают глаза, они плохо защищают от солнца.

При выборе цвета линз следует отдать предпочтение линзам темно-серых и темно-зеленых оттенков. Первые позволяют реально воспринимать окружающие цвета, а вторые отфильтровывают наибольшее количество ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. А вот ношение розовых очков влияет на психику, к тому же красный спектр может приводить к потере ориентации, так как искажает все цвета. Если вы наденете очки с синими линзами, вам сразу же станет неудобно, т.к. они стимулируют расширение зрачков, что может приводить к ожогу глаз. Водителям больше всего подходят очки с серыми и коричневыми линзами. А при плохой видимости с желтыми. Сильно затемненные и обладающие зеркальным эффектом очки подходят для отдыха в горах, на воде, при очень ярком освещении.

По материалам сайтов: <http://www.altermed.ru/articles.php?cid=3835>;  
[http://www.optica4all.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1151&Itemid=247](http://www.optica4all.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1151&Itemid=247)

## Лабораторная работа № 16

# ПРОВЕРКА ЗАКОНА ОСВЕЩЕННОСТИ

### Цель:

- ✓ экспериментально измерить освещенность;
- ✓ убедиться в справедливости закона освещенности.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Свет»;
- модуль беспроводной связи, 2 шт.;
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### Традиционное:

- источник электрического тока (4 В);
- лампа на подставке (на 4 В);
- ключ;
- соединительные провода.

#### Дополнительное:

- штатив;
- металлический лист для крепления электрической цепи на рабочем столе;
- линейка.

## Введение

Раздел оптики, в котором рассматриваются методы измерения световой энергии, называется *фотометрией*. В фотометрии рассматривается действие световых волн на глаз и другие оптические приборы.

Для характеристики указанного действия вводятся несколько специальных физических величин.

Световым потоком  $\Phi$  называется мощность видимого излучения, которая оценивается по действию этого излучения на нормальный глаз.

Иными словами, световой поток – это энергия световых электромагнитных волн, переносимая в единицу времени через некоторую площадь поверхности и оцениваемая по зрительному ощущению.

Силой света  $I$  точечного источника называется величина, численно равная световому потоку  $\Phi$ , который этот источник создает в единичном *телесном угле*.

Если точечный источник равномерно излучает свет по всем направлениям, то

$$I = \frac{\Phi}{4\pi},$$

где  $\Phi$  есть полный световой поток источника света, то есть мощность излучения, создаваемая источником по всем направлениям, энергия света, которая за единицу

времени переносится сквозь произвольную замкнутую поверхность, охватывающую источник света.

Освещенностью  $E$  называется отношение светового потока  $\Phi$ , падающего на некоторый участок поверхности, к площади  $S$  этого участка:

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

За единицу освещенности принимается *люкс* (лк).

Если мысленно расположить точечный источник в центре сферы, то можно получить зависимость освещенности некоторой поверхности от ее расположения от источника света, т.е. от расстояния  $R$ .

Площадь сферы  $S = 4\pi R^2$ , а полный световой поток равен  $\Phi = 4\pi I$ . Поэтому освещенность выразится так:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi R^2} = \frac{I}{R^2}.$$

Освещенность выделенной площадки зависит не только от расстояния, но и от того, под каким углом  $\alpha$  располагается поверхность. Очевидно, что максимальная освещенность будет наблюдаться при вертикальном падении лучей. Чем больше угол между перпендикуляром к площадке и падающими лучами, тем освещенность данной площадки будет меньше:

$$E = E_0 \cos \alpha.$$

Таким образом, можно сформулировать закон освещенности: освещенность поверхности, создаваемая точечным источником, прямо пропорциональна силе света источника, косинусу угла падения лучей и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до поверхности:

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha$$

Для измерения освещенности в данной работе используется измерительный модуль света. При равномерном удалении измерительного модуля от источника света (лампы накаливания) можно получить зависимость освещенности от времени, а значит, от расстояния до источника света.

### **Техника безопасности**

Во время выполнения работы будьте внимательны и аккуратны.

Не приступайте к выполнению работы без разрешения учителя.

Размещайте приборы, материалы, оборудование на своём рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

Обнаружив любую неисправность, немедленно сообщите об этом учителю.

Будьте внимательны и осторожны при работе с элементами электрической цепи.

## Указания к работе

### Подготовка эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 1.

Для этого:

#### Комплект 1

- подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1 а).

#### Комплект 2

- соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Свет» (рис. 1 б).



а. Комплект 1

б. Комплект 2

Рис. 1. Соединение модулей для проведения эксперимента

2. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительные модули определены. Если программа уже запущена, нажмите кнопку **Поиск модулей** . В окне измерительного модуля появится соответствующий значок (рис. 2).



Рис. 2. Окно измерительного модуля света

3. Для того чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

- Отсоедините модуль БС от *комплекта 2* и присоедините его к модулю БС *комплекта 1*.

- б) Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с) Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
4. Отсоедините один модуль БС от *комплекта 1* и снова присоедините его к *комплекту 2*.
5. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. При этом откроется окно для наблюдения графической зависимости освещенности от времени.
6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно.
- а) Установите **Длительность эксперимента** на 10 секунд.
- б) Установите **Частоту выборки** на 10 раз в секунду.
7. Соберите электрическую цепь из источника тока, лампы, ключа и соединительных проводов (рис. 4).
8. Укрепите измерительные модули в лапке штатива таким образом, чтобы рабочее окно измерительного модуля света оказалось на одном уровне с нитью накала лампы (рис. 4).

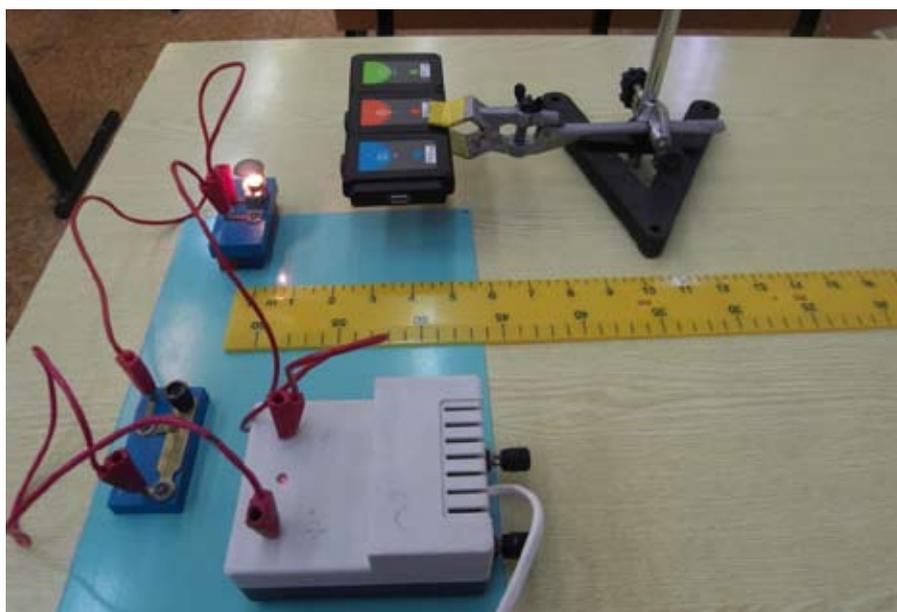


Рис. 4. Установка для измерения освещенности

9. Приготовьте в тетради таблицу.

Таблица. Результаты измерений и вычислений

Расстояние от лампы до измерительного модуля $R$ , м							
Значение освещенности от лампы с учетом общего фона $E$ , лк							
Значение освещенности от лампы без учета общего фона $E$ , лк							
$E \times R^2$							

### Исследование и измерение

10. Замкните цепь, убедитесь, что измерительный модуль отображает значения освещенности.
11. Расположите измерительный модуль в непосредственной близости от лампы.
12. В зависимости от фактического значения освещенности выберите предел измерения измерительного модуля: 1000 лк, 6 000 лк или 15 000 лк.

а) Нажмите кнопку **Параметры модуля** .

б) Поставьте отметку напротив выбранного вами предела измерения.

13. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение.

14. Равномерно вдоль прямой, соединяющей лампу и рабочее окно измерительного модуля, отодвигайте измерительный модуль освещенности от лампы.

15. Изучите полученный график.

16. Для более наглядного отображения графика воспользуйтесь настройками:

а) Нажмите кнопку **Настройки модуля** .

б) В открывшемся окне откройте вкладку **График** (рис. 5).

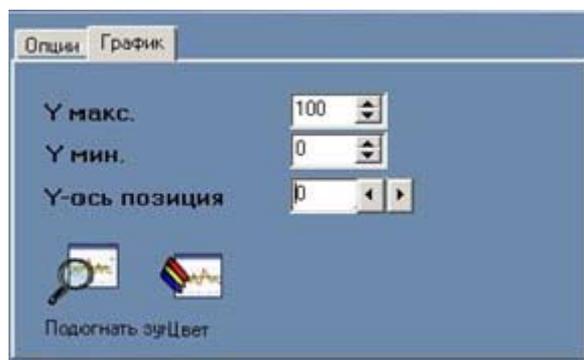


Рис. 5. Окно настроек графика

- с) Установите такие параметры отображения графика, чтобы его вид был максимально наглядным. Например, выберите максимальное значение по оси ординат несколько больше, чем максимально измеренное значение в результате эксперимента, минимальное значение – 0, позицию по оси ординат (Y-ось позиция) – 0.

17. Перечертите график в отчет или распечатайте на принтере, нажав значок **Печать**



на главной панели инструментов. Подпишите график. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь.

18. Выполните пошаговый эксперимент.

- а) Расположите рядом с лампой линейку для измерения расстояния от лампы до измерительного модуля света..  
б) Расположите рабочее окно измерительного модуля света на расстоянии 1–2 см от лампы.

с) Нажмите кнопку **Один шаг** .

д) Отодвиньте измерительный модуль на расстояние 5 см от лампы.

е) Нажмите кнопку **Один шаг** .

ф) Повторите шаги д–е несколько раз.

г) Изучите полученный график.

19. Перечертите график в отчет или распечатайте на принтере. Подпишите график. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь.

20. Откройте данные последнего эксперимента в форме таблицы. Для этого:

а) В окне измерительного модуля нажмите кнопку **Настройки модуля** .

б) В новом окне (рис. 6). Поставьте галочку напротив пункта **Таблица**.

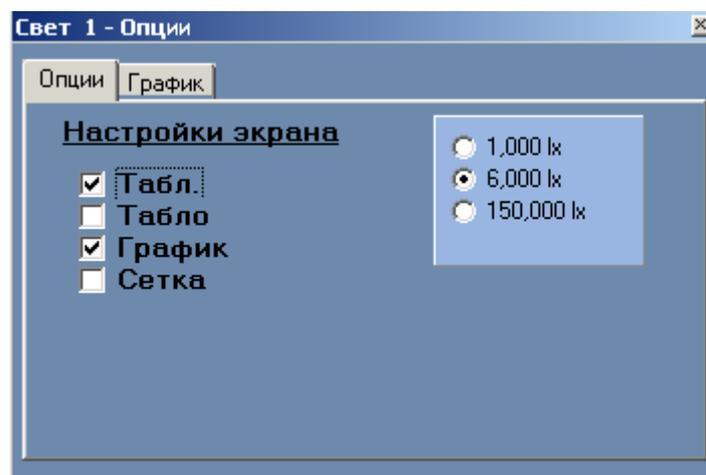


Рис. 6. Настройки экрана

21. Занесите данные эксперимента в отчетную таблицу.

22. Выключите лампу. Измерьте освещенность, создаваемую общим фоном без лампы.
23. Вычитите полученное значение из значений освещенности от лампы с учетом общего фона. Запишите результаты в таблицу.
24. Проверьте, выполняется ли для них закономерность:

$$E \sim \frac{const}{R^2}$$

Для этого вычислите значения  $E \times R^2$  и проверьте, одинаковы ли они.

### ***Анализ результатов лабораторной работы***

25. Проведите анализ полученных в работе данных, запишите вывод в отчет. Вывод должен содержать ответы на вопросы:

- Что вы делали?
- Что вы наблюдали?
- Какой характер имеет график зависимости освещенности от расстояния?

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое освещенность?
2. В каких единицах измеряется освещенность?
3. В чем заключается закон освещенности?

### **Дополнительное задание**

Расположите рабочее окно измерительного модуля освещенности на небольшом расстоянии (4–5 см) от источника света, перпендикулярно световому потоку.

Плавно поворачивайте измерительный модуль, чтобы световой поток падал на рабочее окно измерительного модуля под разными углами, не меняя при этом расстояние до лампы.

Что вы наблюдаете? Ответ поясните.

### **Справочный материал**

1. Элементарный учебник физики: учеб. пособие. В 3 т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т III. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – М.: Наука. Физмат, 1995.
2. Электронный ресурс: [http://www.dvgu.ru/ifit/~thnucl/Gen\\_phys/lecture10\\_1.pdf](http://www.dvgu.ru/ifit/~thnucl/Gen_phys/lecture10_1.pdf)
3. Электронный ресурс: <http://www.physel.ru/a-mainmenu-55/-ainmenu-57/581-s-71-.html>
4. Электронный ресурс: <http://www.reprint1.narod.ru/154.htm>

**Для заметок**

**Для заметок**

Учебно-методическое издание

**Смелова Валентина Геннадьевна  
Соколова Наталья Юрьевна  
Филиппова Наталья Анатольевна**

## **МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭКСПЕРИМЕНТОВ PROLOG**

*Учебное пособие для обучающихся с инструкциями*

Подписано в печать 30.07.2013 с оригинал-макета 30.05.2013

Формат 60 × 90 1/8. Усл. печ. л. 10,64.

Тираж        экз. Заказ №

**Active Education  
(ООО «Бизнес-Меридиан»)**