

Методические рекомендации
по организации учебного процесса с применением
комплекса учебного оборудования в
"Центрах образования естественно-научной и технологической
направленности «Точка роста»"
Республики Башкортостан

2022 год

Введение

Цели и задачи

Настоящие Методические рекомендации (далее – Рекомендации) направлены на обеспечение единых методических условий и общих подходов к организации учебного процесса в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей «Точка роста» в целях обеспечения реализации федерального проекта «Современная школа» национального проекта «Образование».

Целями создания центров «Точка роста» является совершенствование условий для повышения качества образования, формирования у обучающихся критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной и технологической направленности, а также в целях выполнения задач и достижения показателей и результатов национального проекта «Образование», а также для практической отработки учебного материала по учебным предметам «Физика», «Химия», «Биология», «Информатика», «Технология» с использованием комплекса современного учебного оборудования.

В рамках реализации образовательных программ естественно-научной и технологической направленностей предусмотрено выполнение обучающимися лабораторных и практических работ, а также индивидуального образовательного проекта (учебного исследования или учебного проекта), являющегося обязательной частью образовательной программы в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования), далее – ФГОС СОО.

Комплекс учебного оборудования обеспечивает эффективное достижение образовательных результатов обучающимися по программам естественно-

научной и технологической направленностей, возможность углублённого изучения отдельных предметов, в том числе для формирования изобретательского, креативного, критического мышления, развития функциональной грамотности у обучающихся, в том числе естественно-научной и математической.

Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент. Современные экспериментальные исследования по естественно-научным и технологическим дисциплинам уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (далее — ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий (далее — УУД), приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

В процессе формирования экспериментальных умений учащийся учится представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);
- в графическом: строить графики по табличным данным, что позволяет перейти к выдвижению гипотез о характере зависимости между величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность);
- в аналитическом (в виде математических уравнений): приводить математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение полученных результатов.

Применение комплекса учебного оборудования оказывает влияние на формирование исследовательских умений учащихся, выражающихся в следующих действиях:

- определение проблемы;
- постановка исследовательской задачи;
- планирование решения задачи;
- построение моделей;
- выдвижение гипотез;
- экспериментальная проверка гипотез;
- анализ данных экспериментов или наблюдений;
- формулирование выводов.

Список нормативных документов

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020).-URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174

Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).-URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319308/

Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утв. Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»).- http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/cf742885e783e08d9387d7364e34f26f87ec138f/

Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019) (Приказ Министерства труда и

социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25.12.2014 № 1115н и от 5.08.2016 г. № 422н). — URL: [http://knmc.centerstart.](http://knmc.centerstart.ru/sites/knmc.centerstart.ru/files/ps_pedagog_red_2016.pdf)

[ru/sites/knmc.centerstart.ru/files/ps_pedagog_red_2016.pdf](http://knmc.centerstart.ru/sites/knmc.centerstart.ru/files/ps_pedagog_red_2016.pdf)

Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 05.05.2018 № 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»).-URL: https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=48583

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.12.2010 № 1897) (ред. 21.12.2020).-URL: <https://fgos.ru>

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413) (ред. 11.12.2020).-URL: <https://fgos.ru>

Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») (Утверждены распоряжением Министерства

от 01.11.2021 N ТВ-1913/02).-URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_400681/

**Описание материально-технической базы центра «Точка роста»,
используемой для реализации образовательных программ
с применением комплекса учебного оборудования**

Материально-техническая база центра «Точка роста» включает в себя цифровые лаборатории и робототехнические наборы для лабораторных и практических работ, а также индивидуального образовательного проекта.

Учитывая практический опыт применения данного оборудования на уроках естественно-научного и технологического цикла, а также в проектно-исследовательской деятельности, сделан основной акцент на описании лабораторных работ, в которых используется весь комплекс учебного оборудования.

Комплект учебного оборудования представлен следующими наборами:

1. Цифровая лаборатория по биологии (ученическая)
2. Цифровая лаборатория по химии (ученическая)
3. Цифровая лаборатория по физике (ученическая)
8. Учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий
9. Образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков
10. Образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике
11. Образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов

**Лабораторные работы по направлению:
«Междисциплинарный научно-технический в области человеко-
машинного взаимодействия».**

Введение

Предлагаемый состав использования комплекта учебного оборудования позволяет познакомить обучающихся с современными научно-техническими направлениями в области человеко-машинного взаимодействия. Яркими примерами человеко-машинного взаимодействия выступают современные технологии протезирования, экзоскелетных систем, систем восстановления двигательной активности, технологии реабилитации и многое другое.



Одна из ключевых задач в данном направлении – создание удобных и эффективных систем регистрации биосигналов человека, которая позволила бы использовать указанные сигналы для управления различными электромеханическими изделиями – протезы рук, экзоскелеты, ортезы и др.

С помощью учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий можно обеспечить регистрацию и обработку биологических сигналов человека. В состав Лаборатории входят сенсор мышечной активности человека (ЭМГ), сенсор фотоплетизмографии (ФПГ), регистратор электрической активности мозга (ЭЭГ), сенсор сопротивления на участке тела (кожно-гальваническая реакция или КГР), сенсор дыхания, сенсор электрической активности сердца, датчик артериального давления и др. Помимо датчиков в состав Лаборатории включено программное обеспечение, которое позволяет визуализировать и формировать управляющие сигналы на объекты управления. В качестве объектов управления в образовательных целях выступают различные механические манипуляторы, автоплатформы и робототехнические комплексы.

Таким образом, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов, образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике и образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков позволяют проектировать, конструировать и реализовывать образовательные проекты из указанных выше областей.

В частности, применив сенсор ЭМГ или сенсор электрической активности мозга (ЭЭГ), входящего в состав учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий, можно визуализировать электрическую активность мышц и мозга, и с помощью доступного программного обеспечения сформировать управляющий сигнал на многофункциональный контроллер типа «Arduino», входящего в состав указанных выше наборов. Таким образом, реализуется демонстрационно-образовательный кейс «Нейроуправляемые манипуляторы» в области человеко-машинного взаимодействия.

Благодаря данному кейсу проводится популяризация технологий нейроуправления в сервисной робототехнике. Миссия состоит в перемещении объектов из одной (стартовой) зоны в другую (финишную) под управлением

оператора, использующего для управления манипулятором бионейроинтерфейсы (датчики ЭМГ и/или ЭЭГ на выбор).

Лабораторная работа № 1

«Формирование и передача управляющего сигнала на модуль светодиода с помощью электрической активности мышцы»

Введение: В данной работе рассмотрен пример формирования и передачи управляющей команды на конкретный объект управления, на пример, робототехнического контроллера Arduino и модуля светодиода. Данная лабораторная работа является базовой для формирования концепта систем управления на базе биосигналов человека.

В лабораторной работе приведен скетч на примере модели Arduino Uno для легкого старта и реализации целей работы.

Цель работы: Практическая реализация формирования и передачи управляющего сигнала на объект управления с помощью электрической активности мышц человека

Задачи:

- Сборка установки
- Прием сигнала в программном обеспечении
- Формирование и передача сигнала управления

Оборудование и материалы:

1. Сенсор ЭМГ (EMG) учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий – 1 шт.,
2. Центральный модуль (Central) – 1 шт.,
3. Кабель для подключения центрального модуля к ПК – 1 шт.,
4. Ремешок — 1 шт.,

5. Программное обеспечение учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,

6. Робототехнический контроллер с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE (входит в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов и образовательного набора по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике),

7. Модуль светодиода (входит в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов),

8. Сервопривод большой или малый (входит в состав образовательного набора по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике),

Выполнение работы:

1. Подключите сенсор ЭМГ к любому порту центрального модуля с помощью соединительного кабеля двойными стрелками вверх,

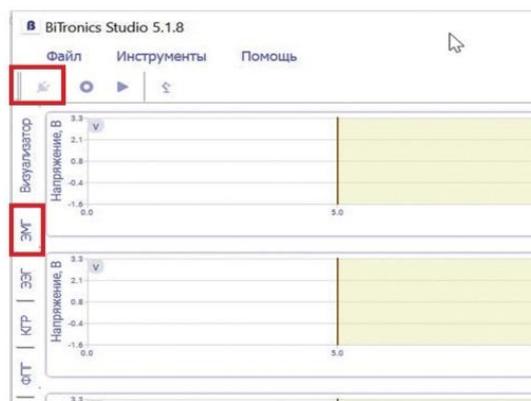


2. С помощью USB-кабеля подсоедините центральный модуль к компьютеру. При правильном подключении светодиод на центральном модуле, соответствующий подключенному порту, должен начать мигать — это означает передачу данных,

3. Наденьте сенсор ЭМГ на исследуемую мышцу, например на мышцу предплечья, так чтобы сенсор сидел плотно, но не придавливал ее,



4. Запустите программу учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,
5. Нажмите на кнопку «Подключить порт», затем перейдите во вкладку ЭМГ,



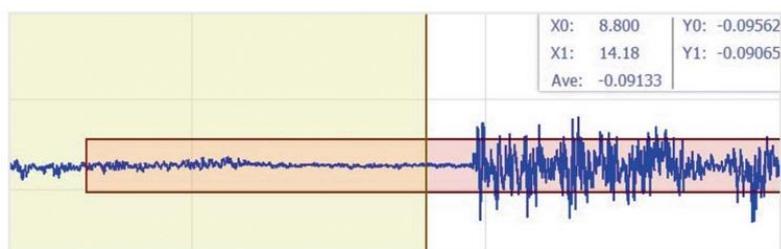
6. Напрягите исследуемую мышцу (бицепс) на несколько секунд, затем расслабьте ее. Повторите данные действия несколько раз. При правильном подключении должен получиться следующий сигнал (см. ниже). В расслабленном состоянии амплитуда сигнала минимальна, при сокращении мышцы появляются характерные пики,



7. На экране компьютера наблюдается устойчивый сигнал электрической активности мышц. При сокращении мышцы амплитуда сигнала

повышается, что является полезным эффектом для проектирования систем управления,

8. Проведите настройка границы триггера (высота и ширина розового прямоугольника) для сигнала ЭМГ. Задавайте их таким образом, чтобы при расслаблении мышцы сигнал не выходил за пределы триггера, а при напряжении, наоборот, выходил. Начало триггера отрегулируйте в соответствии с тем, за какой промежуток времени вы хотите анализировать сигнал (см. рис. ниже). Таким образом, настроена триггерная система управления.



9. Переходим к функционированию объекта управления. Подключите модуль светодиода к робототехническому контроллеру с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE. Данный аспект не рассматривается подробно, так как считается что слушателю это знакомо по соответствующим лабораторным работам.

10. Таким образом, при срабатывании триггера в программе осуществляется отправка байта со значением «1», а при отключении — со значением «0». Передача данных осуществляется по интерфейсу UART,

11. В качестве демонстрационного примера, приводится одна из самых распространенных моделей контроллера Arduino - Arduino Uno. Ниже приведен пример кода, который позволяет включать или выключать встроенный в плату Arduino Uno светодиод (подключен к порту D13):

```
void setup() {  
  
    pinMode(13, OUTPUT);    // установить порт 13 Arduino Uno в качестве  
    выхода (к ней подключен встроенный светодиод)  
  
    digitalWrite(13, LOW);  // установка логического нуля (светодиод  
    выключен)
```

```

Serial.begin(9600);    // инициализация UART со скоростью 9600 бит/с
}

void loop() {
  if(Serial.available()) {
    char val = Serial.read(); // чтение байта из последовательного буфера и
    сохранение в переменной val

    if(val == '1') digitalWrite(13, HIGH); // включить светодиод
    if(val == '0') digitalWrite(13, LOW); // выключить светодиод
  }
}

```

12. Таким образом, регистрируя электрическую активность мышцы с помощью Сенсора ЭМГ возможно формировать управляющую команду на Модуль светодиода с помощью робототехнического контроллера с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE.

Лабораторная работа № 2.

«Формирование и передача управляющего сигнала на сервопривод с помощью электрической активности мышцы»

Введение: В данной работе рассмотрен пример формирования и передачи управляющей команды на конкретный объект управления, на пример, робототехнического контроллера Arduino и сервопривод. Данная лабораторная работа является продолжение цикла работ для формирования концепта систем управления на базе биосигналов человека.

В лабораторной работе приведен скетч на примере модели Arduino Uno для легкого старта и реализации целей работы.

По итогам проведения лабораторной работы важно обратить внимание на возможность подключения ряда сервоприводов.

Цель работы: Практическая реализация формирования и передачи управляющего сигнала на объект управления с помощью электрической активности мышц человека

Задачи:

- Сборка установки
- Прием сигнала в программном обеспечении
- Формирование и передача сигнала управления

Оборудование и материалы:

1. Сенсор ЭМГ (EMG) учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий – 1 шт.,
2. Центральный модуль (Central) – 1 шт.,
3. Кабель для подключения центрального модуля к ПК – 1 шт.,
4. Ремешок — 1 шт.,
5. Программное обеспечение,
6. Робототехнический контроллер с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE (входит в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов и образовательного набора по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике),
7. Сервопривод большой или малый (входит в состав образовательного набора по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике),

Выполнение работы:

1. Подключите сенсор ЭМГ к любому порту центрального модуля с помощью соединительного кабеля двойными стрелками вверх,



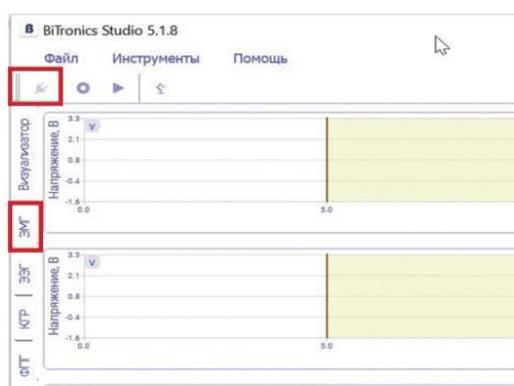
2. С помощью USB-кабеля подсоедините центральный модуль к компьютеру. При правильном подключении светодиод на центральном модуле, соответствующий подключенному порту, должен начать мигать — это означает передачу данных,

3. Наденьте сенсор ЭМГ на исследуемую мышцу, например на мышцу предплечья, так чтобы сенсор сидел плотно, но не придавливал ее,



4. Запустите программу учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,

5. Нажмите на кнопку «Подключить порт», затем перейдите во вкладку ЭМГ,

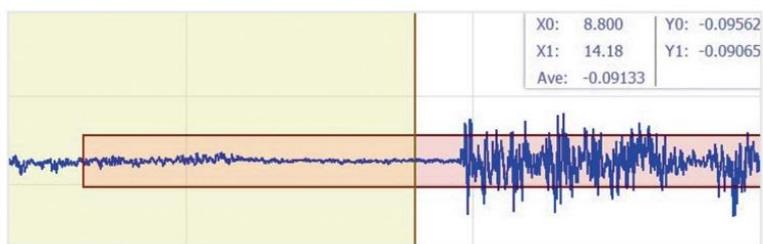


6. Напрягите исследуемую мышцу (бицепс) на несколько секунд, затем расслабьте ее. Повторите данные действия несколько раз. При правильном подключении должен получиться следующий сигнал (см. ниже). В расслабленном состоянии амплитуда сигнала минимальна, при сокращении мышцы появляются характерные пики,



7. На экране компьютера наблюдается устойчивый сигнал электрической активности мышц. При сокращении мышцы амплитуда сигнала повышается, что является полезным эффектом для проектирования систем управления,

8. Проведите настройка границы триггера (высота и ширина розового прямоугольника) для сигнала ЭМГ. Задавайте их таким образом, чтобы при расслаблении мышцы сигнал не выходил за пределы триггера, а при напряжении, наоборот, выходил. Начало триггера отрегулируйте в соответствии с тем, за какой промежуток времени вы хотите анализировать сигнал (см. рис. ниже). Таким образом, настроена триггерная система управления.



9. Переходим к функционированию объекта управления. Подключите сервопривод к робототехническому контроллеру с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE. Данный аспект не рассматривается подробно, так как считается что слушателю это знакомо по соответствующим лабораторным работам,

10. Таким образом, при срабатывании триггера в программе учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий осуществляется отправка байта со значением «1», а при отключении — со значением «0». Передача данных осуществляется по интерфейсу UART,

11. В качестве демонстрационного примера, приводится одна из самых распространенных моделей контроллера Arduino - Arduino Uno.

12. Данный пример кода позволяет управлять углом поворота сервопривода, который подключен к порту D3 платы Arduino Uno. При отсутствии срабатывания (отправляется байт данных «0») триггера в учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий сервопривод находится в исходном положении (угол поворота — 0 градусов). При срабатывании триггера (отправляется байт данных «1») сервопривод поворачивается на угол 180 градусов. Аналогичным образом можно управлять несколькими сервоприводами.

```
#include <Servo.h> // Подключаем библиотеку Servo

int servoPin = 3; // Порт Arduino Uno, к которому подключен сервопривод
Servo Servo1; // Создаем объект типа Servo

void setup() {
  Servo1.attach(servoPin); // Инициализация сервопривода на порте, к
которому он подключен
  Serial.begin(9600); // Инициализация UART со скоростью 9600 бит/с
  Servo1.write(0); // Устанавливаем сервопривод в исходное положение
  delay(1000); // Ждем 1 с, пока сервопривод примет исходное положение
}

void loop() {
  if(Serial.available()) {
```

```
char val = Serial.read(); // Чтение байта из последовательного буфера и  
сохранение в переменной val
```

```
if(val == '0'){
```

```
Servo1.write(0); // При получении байта со значением "0" сервопривод  
занимает исходное положение
```

```
delay(1000); // Ждем 1 с, пока сервопривод примет исходное положение  
}
```

```
if(val == '1'){
```

```
Servo1.write(180); // При получении байта со значением "1" сервопривод  
поворачивается на 180 градусов
```

```
delay(1000); // Ждем 1 с, пока сервопривод успеет повернуться  
}  
}  
}
```

13. Таким образом, регистрируя электрическую активность мышцы с помощью Сенсора ЭМГ возможно формировать управляющую команду на сервопривод с помощью робототехнического контроллера с возможностью программирования в среде среды Arduino IDE. Важно отметить, что таким же образом можно управлять несколькими сервоприводами.

Лабораторная работа № 3

«Регистрация электрической активности мышц человека (ЭМГ)»

Введение: В работе мы познакомимся с методом электромиографии (ЭМГ), научимся интерпретировать сигнал ЭМГ и различать в нем сокращения отдельных мышечных волокон и моторных единиц. Мышца состоит из отдельных мышечных волокон, а те, в свою очередь, из мышечных веретен —

клеток, которые называются миоцитами. Именно благодаря миоцитам мышца сокращается. Для того, чтобы мышечные волокна сокращались, им необходим импульс от нейронов. Мышечные клетки называются еще поперечнополосатыми из-за особых сократимых белков, регулярно чередующихся и образующих целые белковые нити — молекулярные машины, которые могут изменять свою длину. Их работа и отвечает за сокращение мышцы. Для того чтобы мышца могла сокращаться, в цитоплазме миоцитов (мышечных клеток) находятся белковые сократительные нити двух типов:

- Тонкие актиновые нити, которые прикрепляются к противоположным концам клетки. Место их крепления получило название Z-диска (на микрофотографиях они выглядят как черные полосы);

- Толстые миозиновые нити, которые находятся между нитями актина. Этот белок имеет в своем составе две головки, которые могут прикрепляться к актиновым нитям и двигаться по ним, если в цитоплазме клетки присутствуют ионы Са и молекулы АТФ.

В результате передачи нервного импульса от мотонейрона через нервно-мышечное соединение к мышечной клетке в ней, как и в нервных клетках, возникает возбуждение («потенциал действия»). Но в отличие от нервных клеток потенциал действия в мышце гораздо больше и длится дольше — не единицы миллисекунд, а 0,1–0,3 секунды, а связан он со входом в клетку ионов Са. Функция возбудимости в мышечных клетках связана с их сократимостью. В результате взаимодействия с ионами Са миозин сближает актиновые нити, и клетка укорачивается по длине. Отдельный миоцит (мышечное веретено) развивает небольшое усилие, но в мышце их очень много и они собраны в толстые волокна, поэтому мышца в целом способна развивать большую силу.

Цель работы: Подключение и регистрация сигнала электрической активности мышц человека

Задачи:

- Сборка установки
- Прием сигнала в программном обеспечении
- Формирование устойчивого сигнала

Оборудование и материалы: для подключения сенсора ЭМГ понадобится:

1. Сенсор ЭМГ (EMG) учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий – 1 шт.,
2. Центральный модуль (Central) – 1 шт.,
3. Кабель для подключения центрального модуля к ПК – 1 шт.,
4. Ремешок — 1 шт.,
5. Программное обеспечение учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,
6. Контроллер тип 2 (входит в образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков)
7. Сервопривод (входит в образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков).

Выполнение работы:

1. Подключите сенсор ЭМГ к любому порту центрального модуля с помощью соединительного кабеля двойными стрелками вверх,



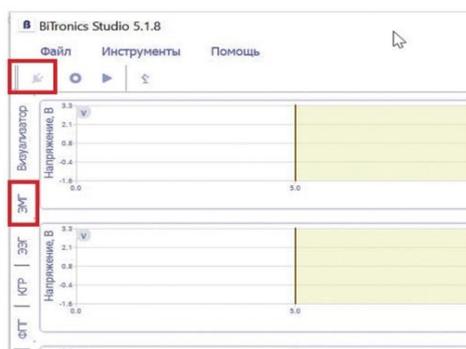
2. С помощью USB-кабеля подсоедините центральный модуль к компьютеру. При правильном подключении светодиод на центральном модуле, соответствующий подключенному порту, должен начать мигать — это означает передачу данных,

3. Наденьте сенсор ЭМГ на исследуемую мышцу, например на мышцу предплечья, так чтобы сенсор сидел плотно, но не придавливал ее,

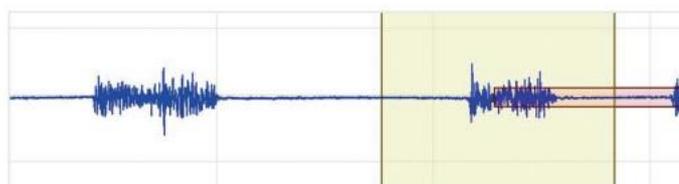


4. Запустите программу учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,

5. Нажмите на кнопку «Подключить порт», затем перейдите во вкладку ЭМГ,



6. Напрягите исследуемую мышцу (бицепс) на несколько секунд, затем расслабьте ее. Повторите данные действия несколько раз. При правильном подключении должен получиться следующий сигнал (см. ниже). В расслабленном состоянии амплитуда сигнала минимальна, при сокращении мышцы появляются характерные пики,



7. На экране контроллера тип 2 наблюдается устойчивый сигнал электрической активности мышц. При сокращении мышцы амплитуда сигнала

повышается, что является полезным эффектом для проектирования систем управления, о которых расскажем в следующих лабораторных работах.

Лабораторная работа № 4.

«Регистрация электрической активности мозга (ЭЭГ)»

Введение: В этой работе вы познакомитесь с электроэнцефалографией (ЭЭГ) — методом изучения электрической активности мозга. Мы зарегистрируем электрическую активность мозга и научимся выделять «ритмы мозга», отражающие регулярные колебания возбудимости нервной ткани.

Нейрон — основная структурная и функциональная единица нервной системы. Это клетка, которая самостоятельно или в ответ на приходящие нервные импульсы способна генерировать электрический ток, т. е. нервный импульс. От тела клетки (сомы) отходит длинный отросток - аксон, по которому нейрон посылает свой импульс, а древовидные отростки — дендриты — служат для приема импульсов извне. С помощью электрических импульсов нейроны «общаются» друг с другом и способны воздействовать на другие клетки, например, заставлять мышечные сокращаться. Каждый из миллиардов нейронов, составляющих головной мозг, в ходе своей активности — при возбуждении и торможении — генерирует соответствующие изменения электрического потенциала в несколько милливольт. При деполяризации (возбуждении) нейрон заряжается положительно, а при гиперполяризации (торможении) — отрицательно. Для отдельно взятого нейрона это очень значимые изменения, но вот зарегистрировать их снаружи клетки не так-то просто. Для этого нейрофизиологи используют специальное оборудование и очень тонкие электроды, которые можно вживить в мозг и подвести прямо к интересующему нейрону.

Цель работы: Подключение и регистрация сигнала электрической активности мозга человека

Задачи:

- Сборка установки
- Прием сигнала в программном обеспечении
- Формирование устойчивого сигнала

Оборудование и материалы: для подключения сенсора ЭЭГ вам понадобится следующие компоненты учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий и образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков:

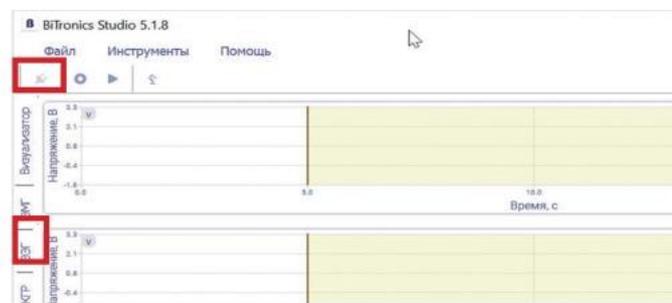
1. Сенсор ЭЭГ (EEG);
2. Центральный модуль (Central);
3. Кабель для подключения центрального модуля к ПК;
4. Ободок;
5. Электрод-кнопка — 2 шт.;
6. Электрод-прищепка — 1 шт.
7. Контроллер тип 2 (входит в образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков)
8. Сервопривод (входит в образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков)

Выполнение работы:

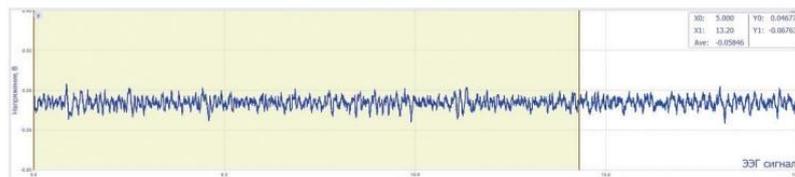
1. С помощью соединительного кабеля подключите сенсор ЭЭГ к любому порту центрального модуля двойными стрелками вверх,
2. Подключите центральный модуль к компьютеру,
3. Подключите электроды-кнопки с одной стороны к сенсору ЭЭГ (во входы "+" и "-"), а с другой стороны к ободку (см. рис.). Электрод-прищепку подключите ко входу REF и прикрепите к мочке уха,



4. Разместите ободок на голове, как это показано на рис. 3.4.2. Сидите ровно, постарайтесь расслабиться,
5. Запустите программу учебно-исследовательской лаборатории биосигналов и нейротехнологий,



6. Нажмите на кнопку «Подключить порт», затем перейдите на вкладку ЭЭГ,



7. На экране контроллера тип 2 наблюдается устойчивый сигнал электрической активности мозга. Например, при закрытии глаз параметры сигнала изменяются (повышается так называемый альфа-ритм), что является полезным эффектом для проектирования систем управления.

**Лабораторные работы по направлению:
«Конвергентное образование в области технических и естественно-
научных дисциплин»**

Введение

В процессе развития школьного образования становится актуальна проблема снижения познавательной активности учащихся. В связи с высокими темпами развития и совершенствования науки и техники, возникает острая потребность общества в людях способных работать с новыми видами технологий, быстро ориентироваться в обстановке и изучении актуального материала, иными словами, обладающих вариативностью, способных мыслить самостоятельно и быстро усваивать необходимые новые знания. В школе обучение какому-либо предмету должно быть организовано так, чтобы ученикам было интересно на уроках, чтобы они сами стремились получать новые знания и педагогу не приходилось бы заставлять их усваивать учебный материал.

В современном мире, все популярнее становится внедрение робототехники в образование. Это обусловлено необходимостью развития алгоритмического мышления учащихся и подготовки специалистов в техническом направлении. Кроме того, робототехнические наборы дают широкий спектр к созданию наглядных примеров практического применения знаний учащихся.

Разнообразие современных робототехнических конструкторов, позволяет обучать детей всех ступеней школьного образования (начальная, средняя, старшая). Образовательная робототехника тесно связана с другими науками (физика, математика, естественные науки и др.) и родами человеческой деятельности (программирование, дизайн, искусство, электроника и др.), благодаря чему, изучение робототехники, становится интересным для всех учащихся.

Отличительными особенностями, образовательной робототехники, являются:

- 1) связь с предметами естественнонаучного (информатика, математика, физика, биология, химия) и социально-гуманитарного циклов;
- 2) умение достигать конкретного результата и понимать смысл обучения;
- 3) прямая возможность развития универсальных действий.

Применение комплекта учебного оборудования в современном образовании, дает возможность изучения различного вида технологий и способов их работы. Такое обучение, обеспечивает возможность дальнейшей работы с различными технологиями и создает возможность развития научно-технического процесса в целом.

Лабораторная работа № 1

«Место робототехники в цифровизации современного мира»

Цель: знакомство с экономическими циклами и технологическими укладами, а также основными тенденциями развития автоматизированного производства.

Ключевые понятия и термины: технологический уклад, автоматизированное производство, Industry 4.0, промышленный контроллер, мобильный робот, интернет вещей.

Краткое содержание:

- понятие о технологических укладах и Industry 4.0,
- что такое современный робот?

В первой лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с современным этапом развития промышленного производства, получившим название Industry 4.0 и примерами автоматического оборудования различного назначения.

В практической части занятия учащиеся знакомятся с типовым составом и элементной базой роботов на примере образовательного конструктора для

практики блочного программирования с комплектом датчиков, изучают информационные системы и устройства систем управления роботов на примере образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике, изучают примеры практического применения робототехнических комплексов в промышленности на примере образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Во второй лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с основными принципами измерения и передачи информации в инженерных системах, изучают средства измерения, знакомятся с понятием обратной связи.

В практической части занятия учащиеся знакомятся с измерительными устройствами на примере цифровых лабораторий по биологии, химии и физике, знакомятся со способами визуализации результатов измерений на базе программного обеспечения, входящего в состав цифровых лабораторий, на практике изучают способы беспроводной передачи показаний от мультидатчика на ПК и контроллер образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

- Должен знать: смысл понятий (технологический уклад, Industry 4.0, промышленный контроллер, мобильный робот); основы физики (электромагнитные колебания и волны, принципы радиосвязи), основы биологии (жизненные циклы), основы информатики (циклы).

- Должен уметь: описывать и объяснять в общих понятиях особенности современного технологического уклада; определять необходимые области применения автоматизированного оборудования и различных роботов; логически рассуждать при решении задач.

- Иметь навыки: понимания задач, требующих применения автоматических систем и роботов; самостоятельного поиска научных знаний в области современных достижений науки и техники.

Содержание занятия:

- понятие о циклических процессах в природе и обществе;
- экономические циклы и волны Кондратьева, понятие о технологических укладах и «четвертой промышленной революции» [1], [6];
- интернет вещей и цифровые технологии [1], [4], [5];
- Industry 4.0 и ее основные направления [1];
- современные роботы: тенденции и области применения [2], [3].

Порядок проведения лабораторной работы:

- Демонстрация состава образовательных робототехнических комплектов.
- Демонстрация состава цифровых лабораторий по биологии, химии и физике.
- Работа с терминалом в среде Arduino IDE и просмотр данных в терминале.
- Настройка программируемого контроллера образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике на прием данных посредством беспроводного интерфейса Bluetooth от мультидатчика цифровой лаборатории.
- Проведение измерения температуры окружающей среды с использованием датчика цифровой лаборатории по биологии.

Лабораторная работа №2

«Знакомство с датчиками разного назначения и понятием обратной связи»

Цель: Знакомство с историей измерений, первыми датчиками и их применением в инженерном деле, устройством датчика и его основными элементами.

Ключевые понятия и термины: физические явления и величины, измерение, единицы измерения, метрология, погрешность, датчик, чувствительный элемент.

Краткое содержание занятия:

- история измерений,
- что такое датчик?
- классификация датчиков и их устройство.

В лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с историей формирования основных единиц измерений, изучают классификацию датчиков, их основные элементы и способы применения. При знакомстве с понятием погрешности измерения предлагается практический пример.

В практической части данного занятия учащиеся изучают принцип работы датчика температуры окружающей среды и понятия обратной связи. Для подкрепления теоретических знаний, будет проведен опыт по управлению линейкой светодиодов контроллеров образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков на основании показаний датчика температуры цифровой лаборатории по химии.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

• *Должен знать:* смысл физических понятий (физическое явление, взаимодействие, измерение, функция преобразования датчика, сопротивление постоянному току); основы Всеобщей истории (промышленный переворот и его последствия); основы алгебры (числовые функции); основы биологии (органы и системы органов); принцип работы потенциометра.

• *Должен уметь:* описывать и объяснять физические явления (связанные с движением материальных тел и изменением параметров среды: температуры, влажности, давлением) и свойства тел (размеры, масса, плотность, электропроводность и др.); определять тип датчика в общей классификации; проводить процесс измерения и рассчитывать погрешность; логически рассуждать при решении задач, делать выводы на основе экспериментальных данных.

• *Иметь навыки:* практической работы с потенциометром, платой управления Arduino и другим оборудованием цифровой лаборатории; подключения светодиода и управления им; объяснения общего устройства и

принципов действия рассмотренных датчиков, визуального различения датчиков различной модальности.

Содержание занятия:

- основные этапы развития техники, необходимость сравнения физических величин, единицы измерения: исторический аспект [1], [2], [6], [7], [10];
- датчик, его назначение, структурная схема и функция преобразования [4], [8], [9];
- чувствительный элемент и путь преобразования сигнала [4];
- классификация датчиков и примеры их использования для измерения параметров физических, химических и биологических процессов [4], [5], [8];
- резистивный чувствительный элемент датчика (его структура, уравнение и график функции преобразования) [4];
- понятие о метрологии и стандартизации [3], [10];
- погрешность измерения [4], [5] и ее вычисление на примере медицинского и уличного термометров.

Порядок проведения лабораторной работы:

• В соответствии с методическими рекомендациями разработать программу управления последовательным зажиганием линейки светодиодов 1-6 контроллеров образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков в соответствии с уровнем внешнего управляющего сигнала. За основу данного алгоритма следует взять программу из примера управления линейки светодиодов на основании управляющего сигнала с потенциометра.

• Произвести расчеты и нормировать управляющий сигнал в соответствии со шкалой измерений датчика температуры окружающей среды цифровой лаборатории по химии.

• Настроить передачу показаний датчика температуры цифровой лаборатории по химии посредством интерфейса Bluetooth на программируемый

контроллер образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

- Разработать в среде Arduino IDE алгоритм, согласно которому загорается максимальное кол-во светодиодов (6шт) при достижении минимального порогового значения температуры и минимальное кол-во светодиодов (1шт) при достижении максимального порогового значения температуры.

Лабораторная работа №3 **«Понятия «электротехника» и «электроника»**

Цель: знакомство с основными понятиями, связанными с изучением электрических явлений. Предмет изучения «электротехники» и «электроники». Основная терминология и основные величины. Приборы, используемые для измерения электрических величин.

Ключевые понятия и термины: Электрический заряд. Постоянный и переменный ток, напряжение, активное и реактивное сопротивления. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Мультиметр, вольтметр, амперметр, осциллограф, генератор, частотомер.

Краткое содержание занятия:

- Электрический заряд. Ток. Напряжение. Электроэнергия. Электричество. Основная терминология.

- Различие между электротехникой и электроникой.
- Измерения в электричестве. Единицы измерения.
- Условные обозначения элементов. Электрическая принципиальная схема.
- Правила измерения тока, напряжения, активного сопротивления, емкости, индуктивности. Приборы для электрических измерений.

В лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с основными понятиями, связанными с темой электричество.

В практической части занятия используется цифровая лаборатория по физике с мультигенератором сигналов и образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

• *Должен знать:* смысл понятий (Электрический заряд. Ток. Напряжение. Постоянный и переменный ток. Активное сопротивление); основы физики (электричество, электрический двигатель, единицы измерения электрических величин); черчение (обозначение элементов принципиальных схем).

• *Должен уметь:* отличать резистор, конденсатор, индуктивность по внешнему виду и определять их номинал по маркировке и с помощью измерений; использовать законы Ома и Кирхгофа при решении задач.

• *Иметь навыки:* определения элементов схем по внешнему виду; самостоятельного поиска необходимых материалов в справочниках.

Содержание занятия:

• Предмет изучения электричества, электротехники и электроники [3].

• Основные понятия, единицы измерения, условное обозначение элементов на электрических принципиальных схемах. [1], [2].

• Измерения как один из основных способов познания природы, история исследований в данной области и роль великих ученых в развитии электроизмерительной науки. Основные понятия, методы измерений и погрешностей [1], [4], [5].

• Демонстрация разновидностей элементной базы в зависимости от мощности, разновидностей реализации и исполнения разными фирмами. [1], [4].

• примеры расчетов значений тока, напряжения, сопротивления [1].

• Переменный ток и его применение в быту и промышленности. [1], [6], [7].

• Оборудование для измерения электрических величин [1], [4].

Порядок проведения лабораторной работы:

• Разработать электрическую схему согласно лабораторной работе №4 «Пьезодинамик» из учебного пособия «Программирование моделей инженерных

систем» образовательного робототехнического комплекта «Конструктор программируемых моделей инженерных систем. Расширенный».

- Разработать управляющую программу для контроллера КПМИС в среде Arduino IDE для генерации управляющего ШИМ сигнала, подаваемого на входы пьезодинамика. Проверить скважность сигнала с помощью цифрового осциллографа из состава цифровой лаборатории по физике.

- Настроить мультигенератор сигналов из состава цифровой лаборатории по физике для генерации переменного во времени сигнала, подаваемого на вход пьезодинамика. Проверить параметры сигнала с помощью цифрового осциллографа из состава цифровой лаборатории по физике.

- Настроить мультигенератор сигналов для генерации звуковых сигналов на основе WAV файлов.

Лабораторная работа №4

«Принцип работы делителя напряжения».

Цель: изучить принцип работы потенциометра и разработать программу управления яркостью светодиода на макетной плате при помощи потенциометра.

Ключевые понятия и термины: делитель напряжения, термистор, фоторезистор, потенциометр, макроопределение.

Краткое содержание занятия: В практической части данного занятия учащиеся знакомятся с основными видами делителей напряжения (термистором, фоторезистором и потенциометром) и их принципом работы, разрабатывают управляющую программу управления яркостью светодиода на макетной плате при помощи светодиода. Электрические схемы разрабатываются на основе элементной базы образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике. Результат работы проверяется с помощью замеров напряжения с помощью датчика напряжения цифровой лаборатории по физике.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

•*Должен знать:* понятия «Константа» и «Переменная» и способы их определения в языке программирования Arduino, принцип работы потенциометра.

•*Должен уметь:* выполнять макроопределение констант и переменных в языке программирования Arduino.

•*Иметь навыки:* разработки управляющих программ для управления яркостью светодиода на макетной плате при помощи потенциометра.

Содержание занятия:

•Обзор языка программирования Arduino. Знакомство с константами и переменными. [1]

•Обзор языка программирования Arduino. Изучение макроопределения констант и переменных на примере ранее написанной управляющей программы для опыта «Управляемый программно светодиод». [1]

•Знакомство с принципом работы делителей напряжения и их примерами (термистор, фоторезистор и потенциометр). [1]

•Сборка цепи по принципиальной схеме для выполнения опыта «Светильник с управляемой яркостью» (управление яркостью светодиода на макетной плате при помощи потенциометра). [1]

•Подключение контроллера КПМИС к компьютеру через USB и разработка управляющей программы для управления яркостью светодиода на макетной плате при помощи потенциометра. [1]

•Выполнение работы программы, изучение алгоритма ее работы и представление алгоритма в виде блок-схемы [1].

•Подключение в цепь дополнительного светодиода и изменение управляющей программы таким образом, чтобы второй светодиод светился на 1/8 яркости от первого. [1]

Содержание лабораторной работы:

•Разработать электрическую схему согласно лабораторной работе №3 «Управляемый вручную светодиод» из учебного пособия «Программирование

моделей инженерных систем» образовательного робототехнического комплекта «Конструктор программируемых моделей инженерных систем. Расширенный».

- Провести замеры изменяемого уровня напряжения на входах светодиода с помощью датчика напряжения цифровой лаборатории по физике.

- Провести измерения с помощью датчика напряжения цифровой лаборатории по физике на выходе потенциометра. Составить таблицу результатов измерения и на основании данных построить график характеристики преобразования потенциометра.

Лабораторная работа № 5

«Принцип работы фоторезистора»

Цель: изучить принцип работы фоторезистора и разработать программу управления включением светодиода на макетной плате при падении уровня освещенности ниже порогового.

Ключевые понятия и термины: фоторезистор, ветвления, условный оператор.

Краткое содержание занятия: В практической части данного занятия учащиеся более подробно знакомятся с фоторезистором и его принципом работы, разрабатывают программу управления включением светодиода на макетной плате при падении уровня освещенности ниже порогового значения.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

- **Должен знать:** ветвления программы и способы их определения в языке программирования Arduino, логические переменные, принцип работы фоторезистора.

- **Должен уметь:** подключать в цепь и использовать фоторезистор и потенциометр.

•*Иметь навыки:* разработки программы управления включением светодиода на макетной плате при падении уровня освещенности ниже порогового.

Содержание занятия:

•Повторение принципов работы делителей напряжения (термистор, фоторезистор и потенциометр). [1]

•Знакомство с принципиальной схемой подключения фоторезистора. [2]

•Сборка цепи по принципиальной схеме для выполнения опыта по управлению включением светодиода на макетной плате при падении уровня освещенности ниже порогового. [3]

•Подключение Arduino к компьютеру через USB и разработка управляющей программы для управления включением светодиода на макетной плате при падении уровня освещенности ниже порогового. [2]

•Обзор языка программирования Arduino. Изучение ветвлений, конструкций if и else. [2]

•Выполнение работы программы, изучение алгоритма ее работы и представление алгоритма в виде блок-схемы [2].

•Подключение в цепь потенциометра и изменение управляющей программы таким образом, чтобы пороговое значение освещенности задавалось при помощи значения показаний потенциометра. Выполнение работы программы. [3]

Содержание лабораторной работы:

•Разработать электрическую схему согласно лабораторной работе №3 «Управляемый вручную светодиод» и лабораторной работе №5 «Фоторезистор» из учебного пособия «Программирование моделей инженерных систем» образовательного робототехнического комплекта «Конструктор программируемых моделей инженерных систем. Расширенный».

•Настроить передачу показаний датчика освещенности цифровой лаборатории по биологии посредством интерфейса Bluetooth на

программируемый контроллер образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.

- Разработать в среде Arduino IDE алгоритм, согласно которому загорается максимальное кол-во светодиодов (6шт) при достижении минимального порогового значения освещенности и минимальное кол-во светодиодов (1шт) при достижении максимального порогового значения освещенности.

Лабораторная работа № 6

«Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение тела»

Цель: освоение и закрепление основных понятий механики, применительно к мехатронным и робототехническим устройствам.

Ключевые понятия и термины: механика, движение, система координат, система отсчета, тело, материальная точка, перемещение, путь, траектория, скорость.

Краткое содержание занятия:

- Введение: предмет механики как раздела физики, примеры объектов механики, основные понятия и разделы механики.

- Механическое движение. Кинематика. Кинематические параметры движения.

- Скорость: средняя и мгновенная. Равномерное и неравномерное движение.

В лекционной части данного занятия учащиеся повторяют и закрепляют на новых примерах материал курса физики 7 класса в разделе «Механика», касающийся основных понятий раздела «Кинематика». Знакомятся с понятиями средней и мгновенной скорости, понятием ускорения и равномерного и неравномерного движения.

В практической части занятия учащиеся разрабатывают систему управления мобильного робота на базе образовательного набора по механике, мехатронике и

робототехнике и исследуют параметры его движения с помощью датчика ускорения из состава цифровой лаборатории по физике.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

- *Должен знать:* основные понятия кинематики механического движения.
- *Должен уметь:* записывать, вычислять и экспериментально определять кинематические параметры механического движения на примере собираемого (изучаемого) робота.
- *Иметь навыки:* записи простейших формул, описывающих механическое движение, осмысления основных параметров кинематики.

Содержание занятия:

- Механика как раздел физики, разделы механики [1,2].
- Основные понятия кинематики – система отсчета, система координат, траектория, путь, время движения, перемещение, средняя скорость, мгновенная скорость [1,2,3].
- Равномерное движение, примеры [1,2,3].
- Неравномерное движение. Понятие ускорения [1,2,3].

Содержание лабораторной работы:

- Разработать систему управления мобильного робота для движения с постоянной скоростью.
- Разработать систему управления мобильного робота для движения с переменной скоростью.
- Установить датчик ускорения на шасси мобильного робота.
- Произвести измерение ускорения робота при прямолинейном движении и движении по окружности.

Лабораторная работа № 7

«Приводы роботов (классификация). Общие сведения»

Цель: знакомство с основными понятиями, связанными с приведением в движение элементов робота, знакомство с классификацией приводов, используемых в робототехнике. Знакомство с устройством электродвигателя.

Ключевые понятия и термины: Степень подвижности, электропривод, пневмопривод, гидропривод, электродвигатель, редуктор, трансмиссия, сервопривод, генератор, тахогенератор.

Краткое содержание занятия:

- Классификация приводов, используемых для роботов.
- Электропривод, пневмопривод, гидропривод, комбинированные приводы.
- Устройство двигателя постоянного тока.
- Устройство двигателей переменного тока.
- Способы передачи крутящего момента (трансмиссия).
- Сервопривод.
- Двигатель в режиме генератора.
- Обратная связь по скорости, тахогенератор.

В лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с основными понятиями, связанными с различными приводами, используемыми в роботах различных конструкций.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

•*Должен знать:* смысл понятий (Степень подвижности, электропривод, пневмопривод, гидропривод, электродвигатель, редуктор); основы физики (электричество, электрический двигатель, единицы измерения электрических величин).

•*Должен уметь:* отличать электропривод, пневмопривод, гидропривод по внешним признакам.

•*Иметь навыки:* чтения и понимания инструкций пользователя, самостоятельного поиска необходимых материалов в справочниках.

Содержание занятия:

- Классификация приводов, используемых для роботов [1], [3].
- Электропривод, пневмопривод, гидропривод, комбинированные приводы [1], [2], [3], [4].
- Устройство двигателя постоянного тока [5], [6], [7].
- Устройство двигателей переменного тока [8], [9].
- Способы передачи крутящего момента (трансмиссия) [10].
- Сервопривод [11], [12], [13].
- Двигатель в режиме генератора [14].
- Обратная связь по скорости, тахогенератор [15], [16].

Содержание лабораторной работы:

- Разработать электрическую схему согласно лабораторной работе №17 «Двигатель постоянного тока» из учебного пособия «Программирование моделей инженерных систем» образовательного робототехнического комплекта «Конструктор программируемых моделей инженерных систем. Расширенный».
- Подключить датчик тока цифровой лаборатории по физике для измерения тока в цепи привода постоянного тока.
- Произвести замеры силы тока на холостом ходу привода и под нагрузкой.
- Построить график изменения силы тока под нагрузкой привода.

Лабораторная работа № 8

«Программирование последовательности действий манипуляционного робота»

Цель: сборка модели манипуляционного робота с плоскопараллельной кинематикой на базе образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Ключевые понятия и термины: принципы FIFO и LIFO.

Краткое содержание занятия: В практической части данного занятия учащиеся производят сборку модели робота, выполняющего последовательные команды, на базе образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов. Разрабатываемая модель манипуляционного робота предназначена для проведения измерений температуры в лабораторных пробирках с помощью специализированного датчика в виде погружного зонда из состава цифровых лабораторий по химии.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

•*Должен знать:* технику безопасности при использовании электронного оборудования, в частности, образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов; основные элементы конструкции манипуляционного робота.

•*Должен уметь:* обращаться с электронным оборудованием образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов и присоединять к нему конструктивные детали при помощи крепежных элементов.

•*Иметь навыки:* конструирования модели манипуляционного робота; подключения сервоприводов к портам программируемого контроллера.

Содержание занятия:

•Изучение принципа работы модели робота, выполняющего последовательные команды. Знакомство с принципами FIFO («First in, First out», «Первым пришел – первым ушел») и LIFO («Last in, First out», «Последним пришел – первым ушел»). Обсуждение примеров устройств, работающих по этим принципам. [1]

•Проведение техники безопасности при использовании электронного оборудования, в частности, образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов. [1]

• Сборка модели робота, выполняющего последовательные команды, на базе образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов. [1]

Содержание лабораторной работы:

- Установить в рабочей зоне учебной модели манипулятора емкости с водой разной температуры
- Разработать алгоритм, описывающий последовательность перемещений измерительного зонда датчика температуры исследуемой среды по координатам расположения исследуемых емкостей.
- Разработать алгоритм погружения измерительного зонда в исследуемую емкость и передачу данных с датчика цифровой лаборатории по химии на программируемый контроллер.

Лабораторная работа № 9

«Управление манипуляционными роботами»

Цель: знакомство с алгоритмами и методиками программирования манипуляционных роботов.

Ключевые понятия и термины: промышленный робот, универсальные и специальные языки программирования, система команд, программная оболочка, постпроцессор, транслятор, online и offline-программирование.

Краткое содержание занятия:

- Понятие о языках низкого и высокого уровня программирования,
- Понятие о кинематической схеме робота, степенях подвижности, системе координат роботов.
- Технические показатели роботов-манипуляторов и их связь с программированием роботов.
- Понятие о online и offline-программировании.
- Три уровня программирования роботов.

В лекционной части данного занятия учащиеся знакомятся с современными способами программирования роботов, классификацией и методами программирования роботов. Приведены примеры языков программирования роботов. Современное состояние систем управления роботов.

В практической части разрабатывается управляющая программа для учебной модели манипуляционного робота с плоскопараллельной кинематикой на базе образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов для проведения лабораторных измерений параметров жидкости с помощью датчиков цифровой лаборатории по биологии.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

•*Должен знать:* смысл понятий (система координат, линейное и угловое перемещение, грузоподъемность, алгоритм работы, промышленный контроллер, мобильный робот); основы физики (механика, скорость, перемещение, ускорение, масса), основы информатики (циклы, алгоритмы, основные команды любого языка высокого уровня).

•*Должен уметь:* описывать и объяснять в общих понятиях особенности современного использования робототехнических систем; определять необходимые области применения автоматизированного оборудования и различных роботов; логически рассуждать при решении задач.

•*Иметь навыки:* понимания задач, требующих применения автоматических систем и роботов; самостоятельного поиска научных знаний в области современных достижений науки и техники.

Содержание занятия:

- Понятие об алгоритмическом управлении [1], [4];
- Понятие о языках низкого и высокого уровня программирования [1];
- Понятие о кинематической схеме робота, степенях подвижности, системе координат роботов [1];

- Технические показатели роботов-манипуляторов и их связь с программированием роботов [3];

- Понятие о online и offline-программировании [4], [6];

- Три уровня программирования роботов [4], [6];

- Использование микроконтроллеров при управлении роботами [5];

- Пример современной системы: SprutCAM Robot поддерживает программирование роботов Fanuc, Kuka, Stäubli, ABB, Motoman, Mitsubishi и других. Благодаря оффлайн программированию, уменьшается время простоя робота, снижается стоимость и время программирования [6];

- Среда LabVIEW графического программирования фирмы National Instruments (США) [7].

Содержание лабораторной работы:

- Установить в рабочей зоне учебной модели манипулятора емкости с водой разной температуры

- Разработать алгоритм, описывающий последовательность перемещений измерительного зонда датчика РН исследуемой среды по координатам расположения исследуемых емкостей.

- Разработать алгоритм, описывающий последовательность перемещений измерительного зонда датчика мутности исследуемой жидкости по координатам расположения исследуемых емкостей.

- Разработать алгоритм погружения измерительного зонда в исследуемую емкость и передачу данных с датчика цифровой лаборатории по биологии на программируемый контроллер STEM Board.

Лабораторная работа №10

«Управление движением поискового робота»

Цель: изучение среды программирования робота, изучение принципа осуществления поворота колесным роботом и решение практических задач.

Ключевые понятия и термины: среда программирования Arduino IDE, управляющая программа робота, последовательность задач (очередь).

Краткое содержание занятия: В практической части данного занятия учащиеся изучают принцип осуществления поворота роботом, выполняющим последовательные команды, разбираются в отвечающем за этот принцип алгоритме управляющей программы, вносят изменения в параметры скоростей в управляющей программе и решают практические задачи. В рамках лабораторной работы требуется разработать систему управления движением мобильного робота с целью поиска зоны повышенной влажности и/или зоны повышенного уровня магнитного поля.

Перечень знаний, умений и навыков (ЗУН):

- *Должен знать:* основные конструкции языка программирования в среде разработки управляющих программ.

- *Должен уметь:* работать в среде разработки управляющих программ, разбивать необходимую для выполнения практического задания траекторию движения робота на последовательность отдельных движений.

- *Иметь навыки:* программирования движений робота при помощи задания ему последовательности команд с контроллера; программного изменения параметров скорости вращения сервоприводов.

Содержание лабораторной работы:

- (в случае если управляющая программа в контроллере робота была изменена) Подключение программируемого контроллера робота к компьютеру и последующая загрузка управляющей программы №2 в контроллер робота. [1]

- Повторение основного функционала среды разработки управляющих программ и основных конструкций языка программирования. [1,2,3]

- Изменение значений параметров скорости вращения колес в управляющей программе робота. [3]

- Загрузка управляющей программы в контроллер робота и запуск движения робота. Анализ полученных изменений. [1,3]

- Изменение значения параметра времени поворота робота в управляющей программе робота в среде. [3]

- Загрузка управляющей программы в контроллер робота и запуск движения робота. Анализ полученных изменений. [1,3]

- Изменение значений параметров скорости вращения колес и времени поворота робота с целью осуществления роботом движений по последовательности команд, при которых робот будет перемещаться на расстояние, кратное собственной длине, и поворачиваться на угол 90 градусов.

- Подключение программируемого контроллера робота к компьютеру и последующая загрузка управляющей программы №3 в контроллер робота. [1]

- Запуск робота и выполнение им последовательности движений, записанной по командам с контроллера. [3]

- Выполнение практической задачи по перемещению объектов в заданную рабочую зону при помощи программирования последовательности движений робота. [3]

- Настройка программируемого контроллера образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике на прием данных посредством беспроводного интерфейса Bluetooth от мультидатчика цифровой лаборатории по биологии.

- Проведение измерения влажности окружающей среды с использованием датчика цифровой лаборатории по химии.

- Проведение измерения уровня магнитного поля окружающей среды с использованием датчика цифровой лаборатории по физике.

**Лабораторные работы по направлению:
«Экспериментальные исследования по предметам естественно-
научного цикла»**

Использование комплекта учебного оборудования «Точка роста» при реализации экспериментальных исследований должны создать условия:

- для расширения содержания школьного образования по естественно-научным дисциплинам;
- для повышения познавательной активности обучающихся в технической области;
- для развития личности ребёнка в процессе экспериментальных исследований, его способностей, формирования и удовлетворения социально значимых интересов и потребностей;
- для работы с одарёнными школьниками, организации их развития в различных областях образовательной, творческой и экспериментальной деятельности.

Лабораторная работа № 1

«Определение количества теплоты при нагревании и охлаждении»

Тип работы: лабораторная.

Перечень оборудования: цифровая лаборатория по физике с датчиком температуры, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов

Дополнительное оборудование: калориметр, спиртовка, две мерные емкости, весы.

Цель работы: определить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной при теплообмене.

Основные сведения (краткие теоретические сведения):

Внутренняя энергия тела может меняться как в ходе совершения работы, так и при теплопередаче (в этом случае работа не совершается). При теплопередаче энергия может передаваться телу посредством теплопроводности, конвекции или излучения.

Количеством теплоты называется энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче. Количество теплоты, которое необходимо для нагревания тела (или выделяемое при остывании), зависит от массы этого тела, изменения его температуры и рода вещества тела:

$$Q = cm\Delta T,$$

(Ошибка!

**Текст
указанного
стиля в
документе
отсутствует..1)**

где c – удельная теплоемкость тела. Количество теплоты измеряется в джоулях.

Удельной теплоемкостью называется физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать телу массой 1 кг для того, чтобы его температура изменилась на 1°C. Удельная теплоемкость зависит от рода вещества. Удельная теплоемкость конкретного вещества, находящегося в различных агрегатных состояниях, различна.

Вода обладает большой удельной теплоемкостью. Поэтому моря и океаны летом поглощают (а зимой выделяют) большое количество теплоты, тем самым сглаживая сезонные перепады температуры.

Из опыта известно, что если между телами происходит теплообмен, то внутренняя энергия всех нагреваемых тел увеличивается настолько, насколько уменьшается внутренняя энергия остывающих тел. Однако при смешивании горячей и холодной воды может оказаться, что энергия, отданная горячей водой, больше той, что получила холодная. Это объясняется тем, что

часть энергии передается окружающему воздуху, сосуду и т.д. Равенство будет тем точнее, чем меньше потерь допускается в опыте. Если посчитать и учесть потери, то равенство будет точным.

Порядок проведения работы:

1. Изучить методические указания, подготовить форму отчета.
2. Собрать макет стационарного манипуляционного робота и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.
3. Закрепить щуп температуры в захвате манипуляционного робота с помощью крепежных элементов образовательного набора.
4. Подключить датчик температуры к USB разъемам робототехнического контроллера стационарного манипуляционного робота.
5. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
6. Наполнить мерную емкость холодной водой.
7. Измерить массу и температуру холодной воды при помощи манипуляционного робота. Вылить ее во внутренний стакан калориметра. Результаты записать в таблицу **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1.**
8. Наполнить вторую мерную емкость водой. При помощи спиртовки подогреть ее до 60 °С.
9. Измерить массу горячей воды при помощи перемещения мерной емкости на весы с помощью стационарного манипуляционного робота и результаты записать в таблицу **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1.**
10. Влить горячую воду в калориметр, смешав ее с холодной водой.

11. Измерить температуру смеси холодной и горячей воды. Результаты записать в таблицу **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1.**

12. Рассчитать количество теплоты, отданное горячей водой при остывании до температуры смеси, и количество теплоты, полученное холодной водой при ее нагревании до этой же температуры по формуле (**Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1**). Результаты вычислений занесите в таблицу **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1.**

13. Повторить пункты 5-13 с различной массой воды.

14. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

*Таблица **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1** – Результаты измерений и расчетов*

	Ма сса холодн ой воды $m_x, кг$	М асса горяч ей воды $m_2, кг$	Темп ература холодной воды T_x, K	Темп ература горячей воды T_2, K	Темп ература смеси T, K	Кол ичество теплоты, полученн ое холодной водой $Q_x, Дж$	Кол ичество теплоты, отданное горячей водой $Q_2, Дж$
п/п							

Контрольные вопросы:

1. Каким образом можно изменить внутреннюю энергию тела?

2. Как вычислить теплоту, необходимую для нагревания или выделяющуюся при охлаждении тела?

3. Что такое удельная теплоемкость вещества?

Лабораторная работа № 2

«Определение удельной теплоты плавления льда»

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория по физике с датчиком температуры, образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

Дополнительное оборудование: калориметр, сосуд с тающим льдом, сосуд с водой, весы с грузами.

Цель работы: определить удельную теплоемкость льда.

Основные сведения (краткие теоретические сведения):

Плавление – это процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое, сопровождающийся поглощением энергии. Количество теплоты, необходимое для плавления единицы массы вещества при температуре плавления, называется удельной теплотой плавления λ (Дж/кг).

Удельную теплоту плавления льда можно определить калориметрическим способом. Для этого в калориметр с водой погружают кусочек льда.

Согласно уравнению теплового баланса

$$Q_{отд} = Q_{пол}$$

При теплообмене горячая вода отдает теплоту Q_v

$$Q_{отд} = Q_v = c_v m_v (t_v - t_{кон}),$$

(Ошибка!

**Текст
указанного
стиля в
документе**

отсутствует..2)

где c_v – удельная теплоемкость воды $\left(4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}\right)$, m_v – масса воды, $t_{\text{кон}}$ – конечная установившаяся температура, t_v – начальная температура воды.

Лед и образовавшаяся из него вода получают теплоту ($Q_{\text{пол}}$), при этом лед плавится ($Q_{\text{л}}$) и образовавшаяся из льда талая вода нагревается ($Q_{\text{тв}}$)

(Ошибка!

Текст

указанного

стиля в

документе

отсутствует..3)

(Ошибка!

Текст

указанного

стиля в

документе

отсутствует..4)

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{тв}}$$

$$Q_{\text{л}} = \lambda m_{\text{л}} \quad Q_{\text{тв}} = c_v m_{\text{л}} (t_{\text{кон}} - t_{\text{л}})$$

где λ – удельная теплота плавления льда, $m_{\text{л}}$ – масса льда (талой воды), $t_{\text{л}}$ – начальная температура льда 0°C .

Подставляя **(Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..2)** и **(Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..4)** в **(Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..3)**, получим

(Ошибка!

Текст

указанного

стиля в

документе

$$\lambda = c_v \frac{m_v (t_v - t_{\text{кон}}) - m_{\text{л}} (t_{\text{кон}} - t_{\text{л}})}{m_{\text{л}}}$$

Порядок проведения работы:

1. Изучить методические указания, подготовить форму отчета.
2. Собрать мобильное робототехническое устройство с автоматизированным управлением на колесном ходу.
3. Закрепить щуп температуры в захвате мобильного робототехнического устройства.
4. Подключить датчик температуры с помощью встроенного модуля Bluetooth к контроллеру тип 2 мобильного робототехнического устройства с автоматизированным управлением на колесном ходу .
5. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
6. Во внутренний сосуд калориметра налить 100–150 см³ воды (V_в). Результат перевести в СИ.
7. Измерить начальную температуру воды t_0 при помощи дистанционного управления захватом мобильного робототехнического устройства.
8. Взять небольшой кусочек льда, взвесить его ($m_л$) и опустить в воду. Когда весь лед расплавится, отметить самую низкую установившуюся температуру $t_{кон}$.
9. Вычислить массу горячей воды $m_0 = \rho_0 V_0$.
10. Используя данные опыта, определить удельную теплоту плавления льда по формуле (Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..5).
11. Сравнить полученный результат с табличным, и вычислить абсолютную погрешность измерений $\Delta\lambda = |\lambda - \lambda_{таб}|$.
12. Вычислить относительную погрешность измерений $\varepsilon = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{таб}} \cdot 100\%$.

13. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу Ошибка!
Текст указанного стиля в документе отсутствует..2.

Таблица Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..2
– Результаты измерений и расчетов

v	v	$л$	$л$	кон	ρ	c_v	$\lambda_{из}$	λ_m	$\Delta\lambda$
					$\frac{кг}{м^3}$	$\frac{кДж}{кг \cdot К}$	$\frac{кДж}{кг}$	$\frac{кДж}{кг}$	$\frac{кДж}{кг}$
3	С	г	С	С	г	4,	5	33	
					1 000	19			

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет процесс плавления?
2. Что называется удельной теплотой плавления вещества?
3. Что такое уравнение теплового баланса?

**Лабораторная работа № 3
«Изучение процесса кипения воды»**

Тип работы: практическая.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория по физике с датчиком температуры, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Дополнительное оборудование: штатив, спиртовка, рабочая емкость, соль.

Цель работы: пронаблюдать, описать и объяснить процессы нагревания и кипения воды; построить график зависимости температуры воды от времени.

Основные сведения (краткие теоретические сведения):

Кипением называется интенсивное парообразование по всему объему сосуда, при котором внутри жидкости растут и поднимаются вверх пузырьки пара.

Процесс кипения воды состоит из трёх стадий:

- начало первой стадии – проскакивание со дна сосуда, в котором вода доводится до кипения, крошечных пузырьков воздуха и появление на поверхности воды новых образований пузырьков. Постепенно количество таких пузырьков увеличивается;

- на второй стадии кипения воды происходит массовый стремительный подъём пузырьков вверх, вызывающий сначала лёгкое помутнение воды, которое затем переходит в «побеление», при котором вода внешне напоминает струю родника. Это явление называется кипением белым ключом и крайне непродолжительно;

- третья стадия сопровождается интенсивными процессами бурления воды, появлением на поверхности крупных лопающихся пузырей и брызг.

Температура, при которой кипит жидкость, называется температурой кипения.

Температура кипения зависит от давления, оказываемого на свободную поверхность жидкости. При увеличении этого давления рост и подъем пузырьков внутри жидкости начинается при большей температуре, при уменьшении давления - при меньшей температуре.

Порядок проведения работы:

1. Изучить методические указания, подготовить форму отчета.
2. Собрать манипуляционный робот и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.
3. Произвести захват щупа температуры управляя манипуляционным роботом.
4. Подключить датчик температуры к USB разъемам микроконтроллера манипуляционного робота.

5. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».

6. Налить в рабочую емкость 2 холодную воду.

7. Записать начальные показания датчикам температуры в таблицу
Ошибка! *Текст указанного стиля в документе отсутствует..3* измерив их, управляя захватом манипуляционного робота.

8. Подогревая воду до кипения, через определенные промежутки времени записывать показания датчика температуры 5.

9. Взвесив 100 г соли на весах 4 и размешав в холодной воде, повторить пункты 5-7.

10. Построить по результатам таблицы
Ошибка! *Текст указанного стиля в документе отсутствует..3* график зависимости температуры от времени. Сравнить полученные графики.

11. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

Таблица **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..3**
– Результаты измерений и расчетов

№ п/п	Содержание примесей	Время τ , с	Температура t , °C
1	Нет		
2	100 г соли		

Контрольные вопросы:

1. Что такое кипение?
2. Какие стадии кипения вы знаете?
3. Что произойдет с температурой кипения воды, если повысить давление?

Лабораторная работа № 4

«Исследование изобарного процесса (закон Гей-Люсака)»

Тип работы: практическая.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория по физике с датчиками давления и температуры, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Дополнительное оборудование: штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объема и температуры газа при его изобарном нагревании.

Основные сведения (краткие теоретические сведения):

Изобарный процесс – это термодинамический процесс, происходящий с некоторой постоянной массой газа, при котором его давление остается неизменным. Примером может служить расширение газа, находящегося под свободно перемещающимся поршнем, при нагревании. Согласно закону Гей-Люсака, при изобарном процессе в идеальном газе $V/T = const$. Если газ переходит из состояния 1 в состояние 2 при постоянном давлении, то

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

(Ошибка!

Текст

указанного
стиля в
документе
отсутствует..б)

Работа, совершаемая газом при изобарном процессе, равна

$$A = p\Delta V = \nu R\Delta T .$$

Изменение внутренней энергии вычисляется по формуле

$$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{i}{2} p\Delta V .$$

Применяя первое начало термодинамики к изобарному процессу, получим

$$Q = \Delta U + A = \frac{i+2}{2}\nu R\Delta T = \frac{i+2}{2} p\Delta V .$$

Порядок проведения работы:

1. Изучить методические указания, подготовить форму отчета.
2. Собрать манипуляционный робот, используя комплект вакуумного захват и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.
3. Произвести захват щуп температуры вакуумным захватом манипуляционного робота.
4. Подключить датчик давления к USB разъемам мобильного планшета или компьютера.
5. Подключить датчик температуры к встроенному вычислительному микроконтроллеру манипуляционного робота с помощью Bluetooth.
6. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
7. Записать начальные значения датчика давления в таблицу Ошибка!

Текст указанного стиля в документе отсутствует..4.

8. Записать начальные значения датчика температуры, измеренные при помощи манипуляционного робота в таблицу Ошибка! **Текст указанного стиля в документе отсутствует..4.**

9. Измерить высоту H от дна цилиндра до поршня и рассчитать объем газа по формуле:

$$V = \pi R^2 H ,$$

где R – радиус цилиндра.

10. При помощи спиртовки подогреть цилиндр с газом. При этом нужно перемещать поршень так, чтобы давление в цилиндре оставалось равным начальному.

11. Записать конечные показания датчика температуры в таблицу Ошибка! **Текст указанного стиля в документе отсутствует..4.**

12. Аналогично п.6 измерить высоту h от дна цилиндра до поршня и рассчитать объем.

13. Используя данные таблицы Ошибка! **Текст указанного стиля в документе отсутствует..4**, убедиться в справедливости формулы (Ошибка! **Текст указанного стиля в документе отсутствует..6**).

14. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

Таблица Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..4
– Результаты измерений и расчетов

№ п/п	$P, Па$	$R, м$	$H, м$	$V, м^3$	$T, К$
1					
2					

Контрольные вопросы:

1. Что такое изобарный процесс?
2. Чему равна механическая работа при изобарном процессе?
3. Запишите первое начало термодинамики для изобарного процесса.

Лабораторная работа № 5

«Очистка воды от растворимых примесей»

Тип работы: для 8 класса, демонстрационный эксперимент.

Цель работы: исследовать электропроводность воды в зависимости от способа ее очистки.

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком электропроводности, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов

Дополнительное оборудование: 0,1 М раствор NaCl, химические стаканы объемом 25-50 мл, штатив лабораторный с лапкой и кольцом, воронка, стеклянная палочка, бумажный фильтр или фильтровальная бумага, промывалка лабораторная, дистиллированная вода, прибор для перегонки.

Краткие теоретические сведения

Для очистки жидкости от нерастворимых примесей применяют *фильтрование* – пропускание через *фильтр* (материал, проницаемый для жидкости, но непроницаемый для твердых веществ). Фильтр помещают в воронку, куда аккуратно льют жидкость, направляя струю стеклянной палочкой в центр воронки. Под воронку подставляют стакан, куда стекает профильтрованная жидкость.

Грубым фильтром в быту может служить салфетка, туалетная бумага, марля, ткань. В химических лабораториях для отделения твердых частиц от жидкости используют фильтры из специальной бумаги.

В отличие от смеси нерастворимого вещества с жидкостью, где твердые частицы видны невооруженным глазом, в растворе вещество раздроблено до молекул, атомов или ионов. Обычный фильтр их не задержит. Хороший способ очистить жидкость от растворимых примесей – *перегонка*, или *дистилляция* – разделение, основанное на различии температур кипения. Если раствор соли

нагревать, то вначале из него испаряется вещество, имеющее более низкую температуру кипения, т. е. вода.

Раствор помещается в *перегонную колбу*, которую нагревают. Жидкость начинает испаряться. Испарение происходит наиболее интенсивно при достижении температуры кипения (для контроля температуры, сверху в прибор обычно вставляют термометр). Далее пары поступают в *холодильник*. Чаще всего используется холодильник с водяным охлаждением: в его кожух (рубашку) с помощью шлангов противотоком подается холодная вода. В холодильнике пары конденсируются, и в *приемник* (колбу в конце прибора) через *аллонж* стекает очищенная жидкость.

Контролировать чистоту воды можно по ее электропроводности. Чистая вода не проводит электрический ток.

Порядок выполнения работы

1. Собрать манипуляционный робот и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

2. Закрепить щуп электропроводности в захвате манипуляционного робота.

3. Снять защитный колпачок с датчика электропроводности, с помощью промывалки тщательно ополоснуть его нижнюю часть дистиллированной водой, после чего осторожно осушить фильтровальной бумагой.

4. Подключить датчик к микроконтроллеру манипуляционного робота и запустить программу измерений.

5. В химический стакан налить около 50 мл 0,1 М раствора NaCl, опустить в стакан щуп электропроводности при помощи манипуляционного робота, нажать кнопку «Пуск» и измерить электропроводность раствора. Как только показания установятся, нажать кнопку «Пауза».

6. В кольцо штатива поместить воронку, а в нее – сложенный из фильтровальной бумаги фильтр (см. рис. 2.1). Профильтровать раствор в другой химический стакан.

7. Повторить п. 4 с профильтрованным раствором.

8. Собрать прибор для перегонки. В колбу для перегонки налить профильтрованный раствор. Включить ток воды в холодильнике прибора, нагреть колбу для перегонки на спиртовке, сухом горючем или песчаной бане. Когда в приемнике наберется около 25 мл воды, остановить перегонку.

9. Повторить п. 4 с водой из приемника прибора для перегонки.

10. Результаты измерения электропроводности занести в табл. 5.1.

Таблица 0.1 – Результаты измерения электропроводности

Исследуемый раствор	Электропроводность, мкСм
Исходный раствор соли	
После фильтрования	
После перегонки	

11. Вынуть датчик электропроводности, тщательно промыть дистиллированной водой и промокнуть фильтровальной бумагой.

12. Ответить на контрольные вопросы, проанализировать результаты и сделать выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое фильтрование? Для чего его применяют?
2. Что такое фильтр? Из чего его можно сделать?
3. Как проводят фильтрование?
4. Что такое перегонка или дистилляция? Для чего ее применяют?
5. На чем основана перегонка?
6. Как устроен прибор для перегонки? Назовите его основные узлы и опишите их функции.
7. Как проводят перегонку?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. О чем говорит значение электропроводности раствора соли?
2. Изменилась ли электропроводность после фильтрования раствора соли? Почему?
3. Изменилась ли электропроводность после перегонки раствора соли? Почему?
4. О чем говорит значение электропроводности, измеренное после перегонки?
5. Как очистить воду от растворимых примесей?

Лабораторная работа № 6

«Изучение электролитической диссоциации»

Тип работы: для 9 класса, демонстрационный эксперимент или лабораторная работа.

Цель работы: проиллюстрировать экспериментом классификацию веществ на электролиты и неэлектролиты.

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком электропроводности, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике.

Дополнительное оборудование: магнитная мешалка, стаканы химические объемом 50 мл, сахар, соль, вода дистиллированная.

Краткие теоретические сведения

Растворы одних веществ способны проводить электрический ток, а других – нет. Вещества, водные растворы или расплавы которых проводят электрический ток, называются *электролитами*. К ним относятся кислоты, основания и соли. При растворении в воде электролиты диссоциируют на положительные ионы – катионы и отрицательные – анионы. Вещества, растворы которых не проводят электрический ток, называют *неэлектролитами*. К таким веществам относятся растворы остальных классов соединений. Чистая вода также считается

неэлектролитом.

Процесс распада электролита на ионы называют *электролитической диссоциацией*. Изучая электропроводность растворов различных веществ, шведский учёный Сванте Аррениус (1859 – 1927) пришёл в 1877 г. к выводу, что причиной электропроводности является наличие в растворе ионов, образующихся при растворении электролита в воде. Русские химики И.А. Каблуков (1857 – 1942) и В.А. Кистяковский (1865 – 1952) применили к объяснению электролитической диссоциации химическую теорию Д.И. Менделеева (1834 – 1907) и доказали, что при растворении электролита происходит взаимодействие растворённого вещества с водой, которое приводит к образованию гидратов, т. е. в растворах находятся несвободные, не «голые» ионы, а гидратированные, «одетые в шубу» из молекул воды.

Молекулы воды представляют собой диполи (два полюса), так как атомы водорода расположены под углом $104,5^\circ$, благодаря чему молекула имеет угловую форму (рис. 0.1).

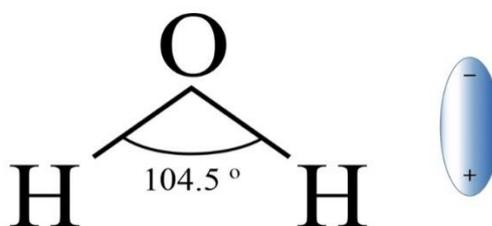


Рис. 0.1 – Молекула воды

Вещества с ионной связью и соответственно с ионной кристаллической решёткой диссоциируют легко, так как они уже состоят из готовых ионов. При их растворении диполи воды ориентируются противоположно заряженными концами вокруг положительных и отрицательных ионов электролита (рис. 0.2). Между ионами электролита и диполями воды возникают силы взаимного притяжения. В результате химическая связь между ионами ослабевает, и происходит переход ионов из кристалла в раствор.

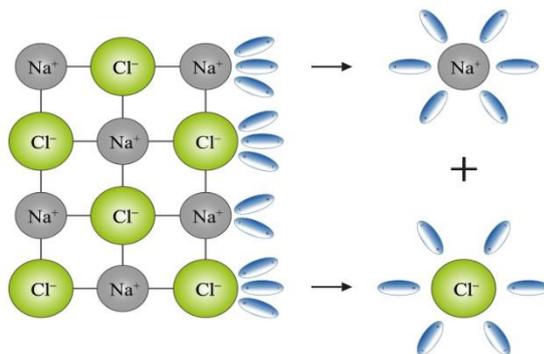


Рис. 0.2 – Схема электролитической диссоциации хлорида натрия на гидратированные ионы

Происходящие процессы можно отразить с помощью следующего уравнения:



где значок (к) отражает кристаллическое состояние, а значок (р) – нахождение в растворе. Часто при записи уравнений диссоциации эти значки опускают:



При диссоциации электролитов, в молекулах которых существует ковалентная полярная связь (например, молекул хлороводорода HCl, (рис. 0.3), под влиянием диполей воды связь ослабляется и разрывается на ионы.

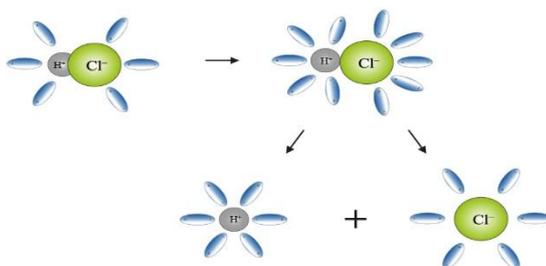


Рис. 0.3 – Схема электролитической диссоциации полярной молекулы хлороводорода на гидратированные ионы

Уравнение диссоциации соляной кислоты можно представить следующим образом:



или



В растворах электролитов хаотически движущиеся гидратированные ионы могут столкнуться и объединиться. Этот обратный процесс называют *ассоциацией*.

Свойства гидратированных и негидратированных ионов различаются. Например, негидратированный ион меди Cu^{2+} – бесцветный в безводных кристаллах сульфата меди (II) CuSO_4 и имеет голубой цвет, когда гидратирован, т. е. связан с молекулами воды в кристаллах медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ или в водном растворе.

Порядок выполнения работы

1. Собрать макет мобильного робота и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.

2. Произвести захват щупа электропроводимости, управляя мобильным роботом.

3. Снять защитный колпачок с датчика, с помощью промывалки тщательно ополоснуть его нижнюю часть дистиллированной водой, после чего осторожно осушить фильтровальной бумагой.

4. Подключить датчик к вычислительному контроллеру мобильного робота.

5. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск».

6. В химический стакан налить 25 мл воды, опустить в стакан щуп электропроводимости при помощи захвата мобильного робота и измерить электропроводность раствора. Как только показания установятся, нажать кнопку «Пауза».

7. Используя захват мобильного робота поставить стакан с водой на магнитную мешалку, добавить в стакан 1 г сахара. Нажать кнопку «Пуск».

Включить мешалку и измерить электропроводность раствора. Как только показания установятся, нажать кнопку «Пауза».

8. Добавить в стакан 1 г соли. Нажать кнопку «Пуск». При включенной мешалке проследить за изменением электропроводности раствора.

9. Результаты измерения электропроводности занести в табл. 0.1.

Таблица 0.1 – Результаты измерения электропроводности

Исследуемый раствор	Электропроводность, мкСм
Вода	
Вода + Сахар	
Вода + Соль	

10. Вынуть датчик электропроводности, тщательно промыть дистиллированной водой и промокнуть фильтровальной бумагой.

11. Ответить на контрольные вопросы, проанализировать результаты и сделать выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое электролитическая диссоциация?
2. Что такое электролиты и неэлектролиты?
3. Приведите примеры электролитов и неэлектролитов.
4. Какие вещества диссоциируют легче всего? Почему?
5. Как происходит электролитическая диссоциация ионных и молекулярных веществ?
6. Как объяснить электрическую проводимость водных растворов электролитов?
7. Что такое гидраты, почему и как они образуются?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. Различаются ли значения электропроводности воды и водного раствора сахара? Почему?

2. Различаются ли значения электропроводности водного раствора сахара и водного раствора соли? Почему?

3. Являются ли вода, сахар, соль электролитами?

Лабораторная работа № 7 **«Определение pH растворов»**

Тип работы: для 9 класса, лабораторная работа или демонстрационный эксперимент.

Цель работы: сформировать представление о pH как о характеристике кислотности среды, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: лабораторные стаканы объемом 25-50 мл, вода дистиллированная, по 20 мл 0,1 М растворов HCl, CH₃COOH, NaOH, NH₃, водопроводная вода, кислотно-основный индикатор (фенолфталеин, метилоранж), штатив для пробирок, 10 пробирок.

Краткие теоретические сведения

Для характеристики кислотности среды используют величину pH (водородный показатель). Он связан с концентрацией ионов водорода в растворе: чем больше концентрация ионов водорода, тем ниже pH.

В чистой воде и в нейтральных растворах значение pH равно 7. Из-за малых примесей растворенного углекислого газа в дистиллированной воде pH может колебаться от 5,5 до 7. Нейтральной считают среду с диапазоном pH от 6 до 8. Чем меньше pH, тем среда более кислая. В 1 М растворах сильных кислот pH примерно равен 0. Чем больше pH, тем среда более щелочная. В 1 М растворах щелочей pH около 14.

С помощью кислотно-основных индикаторов можно определить среду раствора (кислая, щелочная, нейтральная), а с помощью индикаторных смесей –

так называемых универсальных индикаторов – можно даже приблизительно оценить рН раствора. Это смеси нескольких индикаторов, каждый из которых меняет цвет один раз. Поскольку разные индикаторы меняют цвет при разных рН, оказывается возможным подобрать состав смеси так, чтобы она имела несколько цветовых переходов и каждая окраска примерно соотносилась с определенным рН.

рН раствора можно точно измерить с помощью прибора. Принцип его действия состоит в том, что измеряется разность потенциалов между индикаторным электродом, потенциал которого зависит от концентрации ионов водорода, и электродом сравнения с постоянным потенциалом.

Значение рН раствора можно также рассчитать, как отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в растворе:

$$\text{pH} = -\lg C(\text{H}^+).$$

Порядок выполнения работы

1. Собрать стационарный манипуляционный робот и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав робототехнического набора.

2. С помощью крепежных элементов закрепить щуп рН в захвате стационарного манипуляционного робота.

3. Снять защитный колпачок с датчика, с помощью промывалки тщательно ополоснуть его нижнюю часть дистиллированной водой, после чего осторожно осушить фильтровальной бумагой.

4. Подключить датчик рН к микроконтроллеру стационарного манипуляционного робота. Запустить программу измерений.

5. В химический стакан налить 25 мл соляной кислоты и погрузить электрод в раствор не менее чем на 3 см при помощи стационарного манипуляционного робота.

6. Нажать кнопку «Пуск». Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза». Зафиксировать показания в табл. 0.1.

Таблица 0.1– Результаты измерений

Исследуемый раствор	значение рН	цвет индикатора	
		индикатор фенолфталеин	индикатор метилоранж
HCl			
CH ₃ COOH			
NaOH			
NH ₃			
Водопроводная вода			

7. Вынуть из стакана электрод, с помощью промывалки ополоснуть его дистиллированной водой и осушить фильтровальной бумагой.

8. Отлить по 1-2 мл раствора кислоты в две пробирки и добавить в одну из них несколько капель фенолфталеина, а во вторую – метилоранжа. Проследить за изменение цвета, записать наблюдения в табл. 0.1 в графе «Цвет индикатора».

9. Повторить пп. 3-6 для других растворов.

10. Ответить на контрольные вопросы, проанализировать результаты и сделать выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. С концентрацией каких ионов связан рН?
2. Каково значение рН чистой воды?
3. Среду с каким диапазоном рН считают нейтральной, кислой, щелочной?
4. Какие вы знаете кислотно-основные индикаторы? Каковы их окраски в разных средах?

5. Как определяют рН растворов?
6. Каков принцип действия рН-метра (датчика рН)?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. Расставьте исследованные растворы в ряд по увеличению рН. Уменьшается или увеличивается кислотность в этом ряду?
2. Как вы думаете, с чем может быть связано отличие рН водопроводной воды от 7?
3. Какую среду имеют исследованные растворы?
4. Можно ли с помощью фенолфталеина отличить кислую среду от нейтральной? Щелочную среду от нейтральной?
5. Можно ли с помощью метилоранжа отличить кислую среду от нейтральной? Щелочную среду от нейтральной?
6. Оцените приблизительно значение рН, при котором происходит изменение окраски метилоранжа и фенолфталеина.

Лабораторная работа № 8

«Определение теплоты реакции нейтрализации»

Тип работы: для 11 класса, лабораторная работа.

Цель работы: определить экспериментально теплоту реакции нейтрализации.

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком температуры, вместо датчика температуры может использоваться датчик высокой температуры, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с двумя лапками, мешалка магнитная, весы лабораторные, цилиндр мерный объемом 50-100 мл, воронка стеклянная, три стакана химических объемом 100-150 мл, стакан из теплоизолирующего материала, 50 мл 1 М раствора NaOH, 50 мл раствора 1 М раствора HNO₃, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, бумага

фильтровальная, крышка из теплоизолирующего материала с двумя отверстиями.

Краткие теоретические сведения

Химические реакции сопровождаются выделением или поглощением энергии (теплоты). Первые называются экзотермическими, вторые – эндотермическими. Количество выделенной или поглощенной теплоты называют *тепловым эффектом процесса* Q . Величина Q измеряется в кДж. Для экзотермических процессов $Q > 0$, для эндотермических $Q < 0$. Тепловой эффект процесса зависит от природы веществ, их количества, агрегатного состояния и температуры процесса.

Изучением тепловых эффектов химических процессов занимается термохимия. В термохимических уравнениях реакций обязательно указывают агрегатные состояния исходных веществ и продуктов реакции и тепловой эффект. В них допускается применение дробных коэффициентов, так как тепловой эффект приводится на 1 моль вещества – участника реакции. Пример термохимического уравнения:



В приведенном уравнении записи (к), (г), (ж) означают, соответственно, кристаллическое, газообразное и жидкое состояния вещества.

Для некоторых процессов тепловой эффект можно измерить непосредственно по формуле, известной из курса физики:

$$Q = \Sigma c (t_2 - t_1), \tag{0.1}$$

где t_1 – начальная температура системы;

t_2 – ее конечная температура;

Σc – суммарная теплоемкость системы.

Такие измерения проводят в *калориметрических установках*, в которых сосуд для проведения реакции теплоизолирован от окружающей среды.

Если тепловой эффект процесса нельзя или трудно измерить, то процесс представляют как последовательность стадий, для каждой из которых такое измерение возможно, а затем рассчитывают суммарный тепловой эффект.

Возможность такого подхода определяется *законом Г.И. Гесса*. В упрощенном виде он гласит, что, если при химической реакции не совершается работа, то количество выделяющейся или поглощающейся теплоты определяется только видом и состоянием исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от пути перехода от начальных веществ к конечным.

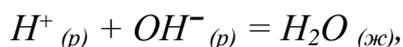
Для термохимических расчетов важна *теплота образования вещества* $Q_{обр}$ – это тепловой эффект реакции образования 1 моля данного вещества из простых веществ, устойчивых при стандартных условиях (температура 298 К и давление 101,3 кПа).

Следствием из закона Гесса является соотношение:

$$Q(\text{реакции}) = \sum_i n_i Q_{обр\ i} (\text{продуктов}) - \sum_j n_j Q_{обр\ j} (\text{исходных веществ}). \quad (0.2)$$

Первый член в правой части уравнения – сумма теплоты образования продуктов реакции, взятых с учетом стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции; второй член – аналогичная сумма для исходных веществ.

Известно, что реакция нейтрализации



где (р) означает «раствор», сопровождается значительным тепловым эффектом. Его называют теплотой нейтрализации. Приведенное выше ионное уравнение реакции справедливо для взаимодействия любых сильных кислот и любых сильных оснований (щелочей).

Порядок выполнения работы

1. Собрать модель манипуляционного робота и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

2. С помощью крепежных элементов закрепить щуп датчика температуры в захвате манипуляционного робота.
3. Взвесить химический стакан на лабораторных весах. Массу стакана занести в табл. 0.1.
4. В химический стакан опустить якорек магнитной мешалки, этот стакан поместить в стакан из теплоизолирующего материала, закрыть термоизолирующей крышкой с отверстиями для воронки и щупа датчика.
5. Подключить датчик температуры к микроконтроллеру манипуляционного робота.
6. В химические стаканы отмерить по 50 мл 1 М растворов NaOH и HNO₃ и поставить их на 3-4 минуты для выравнивания температуры рядом с установкой.
7. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск».
8. Опустить температурный щуп в стакан с раствором щелочи при помощи манипуляционного робота и замерить температуру раствора ($t_{щ}$). Как только показания температуры перестанут колебаться, нажать кнопку «Пауза».
9. Вынуть из стакана температурный щуп, ополоснуть его с помощью промывалки дистиллированной водой и осушить фильтровальной бумагой.
10. Нажать кнопку «Пуск». Опустить температурный щуп в стакан с раствором кислоты при помощи захвата манипуляционного робота и замерить температуру раствора (t_k). Как только показания температуры перестанут колебаться, нажать кнопку «Пауза».
11. Убедившись, что температура растворов кислоты и щелочи стабилизировалась и является одинаковой, через воронку в химический стакан калориметрической установки налить весь раствор щелочи и опустить в него щуп датчика.
12. Нажать кнопку «Пуск», включить магнитную мешалку так, чтобы перемешивание было умеренным. Подождать несколько секунд, пока устанавливается начальное значение температуры (t_1).

13. Через воронку вылить весь раствор кислоты в щелочь. Дождаться, пока датчик покажет самую высокую температуру (t_2) и нажать кнопку «Пауза».

14. Результаты измерений занести в табл. 0.1.

Таблица 0.1 – Результаты эксперимента

Масса стакана, кг, m_3	Температура раствора		Температура		Сумм арный объем жидкости в стакане V , мл
	NaOH , $t_{щ}$	HNO ₃ , t_k	нача льная, t_1	посл е нейтрал зации, t_2	

15. Рассчитать теплоту, выделяющуюся или поглощающуюся в калориметре, по формуле (0.1). Теплоемкость системы рассчитать по формуле:

$$\Sigma c = c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2 + c_3 \cdot m_3, \quad (0.3)$$

где c_1 , c_2 – удельные теплоемкости растворов кислоты и щелочи, принимаемые равными удельной теплоемкости воды 4,19 кДж/(кг·К);

c_3 – удельная теплоемкость стекла 0,75 кДж/(кг·К);

m_1 , m_2 – массы растворов кислоты и щелочи, кг (плотность растворов кислоты и щелочи принять равными плотности воды 1000 кг/м³);

m_3 – масса стакана, кг.

16. Определить число молей кислоты (щелочи) n , учитывая заданную молярную концентрацию и объем раствора. Рассчитать теплоту нейтрализации в кДж/моль.

17. Ответить на контрольные вопросы и сделать выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое тепловой эффект процесса? В каких единицах он измеряется?

2. От каких факторов зависит тепловой эффект процесса?
3. Какие процессы называют экзотермическими и эндотермическими?
4. В каком случае тепловой эффект считается положительным или отрицательным?
5. Чем термохимическое уравнение отличается от обычного уравнения реакции?
6. Как определяют тепловой эффект реакции?
7. Что такое теплота нейтрализации?
8. Что собой представляет калориметрическая установка для определения теплоты нейтрализации?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. Почему желательно, чтобы исходные растворы щелочи и кислоты имели одинаковую температуру?
2. Почему удельные теплоемкости растворов кислоты и щелочи допускается принять равными удельной теплоемкости воды?
3. Почему плотность растворов кислоты и щелочи допускается принять равными плотности воды?
4. На моль какого из участников процесса нейтрализации вы рассчитали теплоту нейтрализации? Будет ли значение другим, если рассчитать его на моль другого участника? Приведите пример процесса, для которого значение теплового эффекта зависит от того, на моль какого из участников проводится расчет.
5. Выделилось или поглотилось тепло в реакции нейтрализации? Это экзотермическая или эндотермическая реакция?
6. Как и почему будет отличаться полученное значение теплоты нейтрализации, если не использовать теплоизолирующий стакан с крышкой?
7. Сравните полученную теплоту нейтрализации с теоретической и рассчитайте относительную ошибку опыта по формуле:

$$\delta_{\text{отн}}\% = \left| \frac{Q_{\text{эксп}} - Q_{\text{теор}}}{Q_{\text{теор}}} \right| \cdot 100\%, \quad (0.4)$$

где $Q_{\text{эксп}}$ – полученное в ходе эксперимента значение теплоты нейтрализации;

$Q_{\text{теор}}$ – теоретическое значение теплоты нейтрализации, равное 57,22 кДж/моль.

Лабораторная работа № 9 «Определение pH растворов солей»

Тип работы: для 11 класса, лабораторная работа или демонстрационный эксперимент.

Цель работы: измерить pH растворов солей, изучить направленность и степень их гидролиза.

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком pH, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике.

Дополнительное оборудование: химические стаканы объемом 25-50 мл по числу исследуемых солей, штатив лабораторный с зажимом, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, бумага фильтровальная; по 25 мл двух-трех 0,1 М растворов из перечня: карбонат, гидрокарбонат, фосфат, сульфит, ацетат натрия; по 25 мл двух-трех 0,1 М растворов из перечня: хлориды, сульфаты или нитраты меди (II), железа (III), железа (II), никеля (II), хрома (III), кобальта (II), цинка, марганца (II), свинца (II).

Краткие теоретические сведения

При растворении в воде многие соли изменяют реакцию среды с нейтральной на кислую или щелочную вследствие взаимодействия между ионами соли и молекулами воды. Этот процесс называется *гидролизом солей*.

Возможны три типа гидролиза:

- 1) гидролиз по катиону (в реакцию с водой вступает только катион);
- 2) гидролиз по аниону (в реакцию с водой вступает только анион);

3) совместный гидролиз (в реакцию с водой вступает и катион, и анион).

В соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой (например, FeCl_2), гидролизу подвергается катион:



или в молекулярной форме:



В результате гидролиза образуется слабый электролит (FeOH^+) и ион H^+ . Таким образом, раствор приобретает кислую реакцию: pH раствора < 7 .

Соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой (например, K_2SiO_3), подвергается гидролизу по аниону, в результате чего образуется слабый электролит (HSiO_3^-) и гидроксид-ион OH^- :



Значение pH таких растворов > 7 (раствор приобретает щелочную реакцию).

Соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой (например, KBr), гидролизу подвергаться не будет, так как в этом случае слабый электролит не образуется. У таких растворов $\text{pH} = 7$, реакция среды остается нейтральной.

Соль, образованная слабым основанием и слабой кислотой (например, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$), гидролизуеться и по катиону, и по аниону. В результате образуются малодиссоциирующие основание и кислота:



Уровень pH растворов таких солей зависит от относительной силы кислоты и основания. Реакция среды этих растворов может быть нейтральной, слабокислой или слабощелочной.

Гидролиз соли – это *обратимая* обменная реакция. Ее важной характеристикой является *степень гидролиза* – отношение количества гидролизованной соли к общему количеству соли, введенной в раствор.

Гидролиз может протекать необратимо, если соль образована слабым нерастворимым основанием и слабой нерастворимой или малорастворимой кислотой, например:



Порядок выполнения работы

1. Собрать мобильную платформу с захватом, настроить на дистанционное управление, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.

2. Произвести захват щупа рН с помощью мобильной платформы.

3. Снять защитный колпачок с датчика, с помощью промывалки тщательно ополоснуть его нижнюю часть дистиллированной водой, после чего осторожно осушить фильтровальной бумагой.

4. Дистанционно подключить датчик рН к микроконтроллеру с LCD-дисплеем образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике, снять показания.

5. Запустить программу измерений на любом устройстве передачи данных (смартфон, компьютер, планшет).

6. В химический стакан налить 25 мл 0,1 М раствора карбоната натрия и погрузить в него датчик рН не менее чем на 3 см при помощи мобильной платформы с захватом. Нажать кнопку «Пуск», подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза». Занести результат измерений в табл. 0.1.

Таблица 0.1 – Результаты измерений рН

Исследуемый раствор	рН	Уравнение гидролиза

7. Вынуть электрод из раствора, тщательно промыть дистиллированной водой из промывалки, осушить фильтровальной бумагой.

8. Последовательно повторить пп. 3-4 для гидрокарбоната натрия, хлорида железа (III), хлорида железа (II), других выбранных солей.

9. Ответить на контрольные вопросы, проанализировать результаты и сделать выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое гидролиз солей?
2. Какие существуют типы гидролиза?
3. Какие соли подвергаются гидролизу по катиону, а какие по аниону? Какую среду имеют их растворы?
4. Какие соли не подвергаются гидролизу? Какую среду имеют их растворы?
5. Какие соли подвергаются гидролизу и по катиону, и по аниону? Какую среду имеют их растворы?
6. В каких случаях гидролиз необратим?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. Напишите ионные уравнения гидролиза, объясняющие наблюдаемые значения рН.
2. Объясните для каждого вещества, почему гидролиз протекает именно по этому иону.
3. Какая соль – карбонат или гидрокарбонат натрия – подвергается гидролизу в большей степени? На каком основании можно сделать такой вывод? Как это можно объяснить?
4. Какой ион – Fe^{3+} или Fe^{2+} – гидролизуется в большей степени? На каком основании можно сделать такой вывод? Как это можно объяснить?

Лабораторная работа № 10

«Освещенность помещений и его влияние на физическое здоровье людей»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по биологии с датчиком освещенности.

Дополнительное оборудование: образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Цель работы: Исследование освещенности рабочего места учащихся школы.

Основные сведения

Посредством зрения люди воспринимают до 90% необходимой для работы информации. Свет - ключевой элемент способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу окружающих нас предметов. Зрительная способность и зрительный комфорт чрезвычайно важны. Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, выражающийся в ощущении неудобства или напряженности. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению. Но не только для взрослых на производстве важен свет, он важен и для ребенка, особенно там, где он проводит большее количество времени – в школе.

Освещенность влияет на здоровье, сопротивляемость стрессам, усталости, физическим и умственным нагрузкам. Наше зрение напрямую зависит от количества света в помещении. Поэтому следует очень четко соблюдать требования по нормам, ведь от этого зависит экологическая обстановка в нежилых зданиях и физическое и психологическое здоровье живущих в квартире людей.

Значение освещения определяется тем, что посредством зрения люди получают наибольший объём информации о внешнем мире. Освещение играет также большую роль как полезный обще - физиологический фактор. С улучшением освещения почти во всех случаях повышаются производительность труда (и иногда значительно - на 15% и более) и качество работы, понижается производственный травматизм, а на улицах и дорогах - аварийность транспорта. Затраты на улучшение освещения при ремонте квартир в большинстве случаев

быстро окупаются экономически. Освещение, удовлетворяющее гигиеническим и экономическим требованиям, называется рациональным.

По принципу организации освещение подразделяется на:

- естественное – освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях;
- искусственное – освещение, создаваемое источниками искусственного света;
- совмещенное – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и естественным светом, согласно ГОСТ 24940 – 96 применяется люксметр.

Нормирования освещения осуществляется на основании строительных норм и правил СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», согласно которым принято раздельное нормирование естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Порядок проведения работы

1. Составить схему школьных помещений и наметить точки замера освещенности. Точки желательно расположить по всей площади помещения на расстоянии 1м от стены. Точки пронумеровать.
2. Собрать манипуляционный робот с захватом и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав робототехнического набора.
3. С помощью пульта дистанционного управления захватить датчик освещенности.
4. Подключить датчик освещенности к планшетному регистратору, компьютеру или контроллеру манипуляционного робота.
5. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск» находясь в намеченной точке замера.
6. Повторить для всех намеченных точек замера освещенности.

7. Результаты занести в таблицу 0.1.

Таблица 0.1 – Результаты измерений температуры

Кабинет	Среднее освещение, лк	Нормы освещённости по СНиП, лк	
	Естественн ое освещение	Искусственное освещение	Искусственн ое освещение
Кабинет начальных классов			
Кабинет музыки			
Кабинет труда			
Кабинет информатики			
Преподавательс кая			
Кабинет физики			
Кабинет химии			
Холл школы			
Столовая			

8. Сравнить полученные результаты с нормами.

9. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что позволяет обеспечить рациональная организация естественного и искусственного освещения в школе?

2. Дайте характеристику видам естественного освещения.

3. Назовите разновидности естественного освещения.

4. Отметьте важность искусственного освещения.

Лабораторная работа № 11

«Определение pH средств личной гигиены»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по биологии с датчиком pH, образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

Дополнительное оборудование: чистая вода, 4 мерных стакана с растворами геля для душа различных марок, 3 стакана с дистиллированной водой.

Цель работы: освоить методику определения показателя pH и его значение.

Основные сведения

Соотношение кислоты и щелочи в каком-либо растворе называется кислотно-щелочным равновесием (КЩР), хотя физиологи считают, что более правильно называть это соотношение кислотно-щелочным состоянием. КЩР характеризуется специальным показателем pH (power Hydrogen - «сила водорода»), который показывает число водородных атомов в данном растворе. При pH равном 7,0 говорят о нейтральной среде. Чем ниже уровень pH – тем среда более кислая (от 6,9 до 0). Щелочная среда имеет высокий уровень pH (от 7,1 до 14,0).

Тело человека на 70% состоит из воды, поэтому вода – это одна из наиболее важных его составляющих. Тело человека имеет определенное кислотно-щелочное соотношение, характеризуемое pH (водородным) показателем. Значение показателя pH зависит от соотношения между положительно заряженными ионами (формирующими кислую среду) и отрицательно заряженными ионами (формирующими щелочную среду). Организм человека постоянно стремится уравновесить это соотношение, поддерживая строго определенный уровень pH. При нарушенном балансе могут возникать множество серьезных заболеваний.

Величина pH определяется количественным соотношением в воде ионов H⁺ и OH⁻, образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное

содержание свободных ионов водорода ($pH > 7$) по сравнению с ионами OH^- , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ ($pH < 7$) - кислотную. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и $pH = 7$.

Уровень pH кожного покрова отражают барьерные функции кожи, которые являются показателями ее защитной функции.

Кислотную реакцию поверхности кожи формируют в основном молочная и уксусные кислоты. В большинстве литературных источников приводится значение pH кожи 5,4 - 5,9.

При использовании средств для умывания или мытья молочная и уксусная кислоты, определяющие величину pH кожи, полностью расщепляются и быстро удаляются с ее поверхности. Это сдвигает pH в нейтральную сторону к показателю 7.

Определение pH . Для электрометрического определения pH применяют pH -метры со стеклянными электродами. Измеряют pH в растворах, содержащих тяжелые металлы, окислители и восстановители, в коллоидных растворах и эмульсиях, а также в цветных растворах, в которых индикаторное определение pH невозможно.

Определение pH со стеклянным электродом основано на измерении ЭДС элемента, обратимого относительно ионов водорода. Потенциал поверхности стекла, соприкасающегося с раствором кислоты, зависит от pH раствора. Это свойство стекла используется в стеклянных электродах индикаторах pH .

Измерение pH заключается в сравнении потенциала индикаторного электрода, погруженного в испытуемый раствор, с потенциалом того же электрода в стандартном буферном растворе с известным значением pH .

Таблица 0.1 – Примеры показателей pH

Вещество	pH
Электролит в свинцовых аккумуляторах	<1.0
Желудочный сок	1,0—2,0

Лимонный сок (5% р-р лимонной кислоты)	2,0±0,3
Пищевой уксус	2,4
Кока-кола	3,0±0,3
Яблочный сок	3,0
Пиво	4,5
Кофе	5,0
Шампунь	5,5
Чай	5,5
Кожа здорового человека	5,5
Кислотный дождь	< 5,6
Слюна	6,8–7,4
Молоко	6,6-6,9
Чистая вода	7,0
кровь	7,36—7,44
Морская вода	8,0
Мыло (жировое) для рук	9,0—10,0
Нашатырный спирт	11,5
Отбеливатель (хлорная известь)	12,5
Концентрированные растворы щелочей	>13

Порядок проведения работы

1. Определить рН в различных растворах средств личной гигиены, например, гель для душа различных производителей или мыло для рук.
2. Измерения проводить датчиком рН цифровой лаборатории при помощи манипуляционного робота.
3. После каждого измерения щуп датчика необходимо промывать в дистиллированной воде.
4. Результаты эксперимента занести в таблицу 0.2.

Таблица 0.2 – Примеры показателей рН

№	Образец (гель/мыло)	Показатель рН	Описание образца/Реакция среды	Выводы
1	Образец 1			
2	Образец 2			
3	Образец 3			
4	Образец 4			

Контрольные вопросы

1. Что такое рН?
2. Какая среда является нейтральной? Кислой? Щелочной?
3. Дать оценку и сравнить показатель рН и его значение.
4. Сделать выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа № 12

«Определение рН средства личной гигиены разной концентрации в растворах»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория с датчиком рН, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов

Дополнительное оборудование: чистая вода, 4 мерных стакана с растворами геля для душа различных марок, 3 стакана с дистиллированной водой.

Цель работы: освоить методику определения показателя рН и его значение.

Основные сведения

См. лабораторную работу № [Ошибка! Источник ссылки не найден.](#)

Порядок проведения работы

1. Собрать стационарный манипуляционный робот и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав робототехнического набора.

2. С помощью крепежных элементов закрепить щуп рН в захвате манипуляционного робота.

3. Измерить уровень рН в одном образце раствора из средств личной гигиены в разной концентрации датчиком цифровой лаборатории при помощи управления захватом манипуляционного робота.

4. После каждого измерения щуп датчика необходимо промывать в дистиллированной воде.

5. Результаты работы занести в таблицу 0.1.

Таблица 0.1 – Сравнительная таблица рН в растворах разной концентрации

№	Концентрация геля/мыла	Показате ль рН	Реакция среды	Выводы
1	1:50			
2	1:100			
3	1:150			

Контрольные вопросы

1. Что такое рН?
2. Какая среда является нейтральной? Кислой? Щелочной?
3. Дать оценку и сравнить показатель рН и его значение.
4. Сделать выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа № 13

«Сравнение рН смесей веществ»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком рН, образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

Дополнительное оборудование: чистая вода, 4 мерных стакана с растворами геля для душа различных марок, 3 стакана с дистиллированной водой.

Цель работы: освоить методику определения показателя рН и его значение.

Основные сведения

См. лабораторную работу №[Ошибка! Источник ссылки не найден.](#)

Порядок проведения работы

1. Выбрать разные вещества для измерения (примеры есть в таблице к данной лабораторной работе).
2. Собрать мобильное робототехническое устройство с автоматизированным управлением и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков.
3. Подключить датчик рН к микроконтроллеру тип 2 образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков с помощью Bluetooth.
4. Направить мобильное робототехническое устройство к измеряемому объекту и осуществить замеры, используя автоматизированное управление.
5. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск» находясь в намеченной точке замера.
6. Измерить рН каждого вещества датчиком цифровой лаборатории.
7. После каждого измерения щуп датчика необходимо промывать в дистиллированной воде.
8. Результаты работы занести в таблицу 0.1.

Таблица 0.1 – Сравнительная таблица рН смесей веществ

№	Смеси	Показатель рН	Реакция среды	Вывод ы
1	Водопроводная вода			
2	Раствор жидкого мыла			
3	Раствор твердого мыла			

Контрольные вопросы

1. Что такое рН?
2. Какая среда является нейтральной? Кислой? Щелочной?
3. Дать оценку и сравнить показатель рН и его значение.
4. Сделать выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа № 14

«Мониторинг рН проб снега, взятых на территории селитебной зоны»

Перечень оборудования ЦЛ: датчик рН, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Дополнительное оборудование: ноутбук или планшет, штатив с держателем, стакан химический, реактивы.

Цель работы: познакомиться с понятием кислотности снега, взятого на территории микрорайона.

Основные сведения

Выбросы источников загрязнения городов и промышленных объектов переносятся воздушными потоками на значительные расстояния, определяя региональный фон загрязнения атмосферного воздуха на территории страны.

Перенос загрязняющих веществ на большие расстояния осуществляется главным образом за счет общей циркуляции атмосферы.

Косвенным показателем состояния загрязнения атмосферы могут служить данные о химическом составе проб атмосферных осадков и снежного покрова. Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор чистоты воздуха. Наличие коррелятивных зависимостей между веществами загрязнителями атмосферного воздуха и их содержанием в снежном покрове позволяют использовать этот тип депонирующей среды для экспрессной геоэкологической оценки общего уровня загрязнения урбанизированных территорий. Геохимические аномалии в снежном покрове отражают эколого-геохимическое состояние атмосферы, суммируя воздействие природных атмогеохимических, природно-техногенных атмогеохимических и техногенных факторов, влияющих на динамику геохимической экологической функции литосферы во времени. В геоэкологических работах изучение химического состава снежного покрова и почв занимает значительное место, позволяя оценить масштабы загрязнения окружающей среды от источников выбросов в атмосферу.

Порядок проведения работы

1. Подготовить несколько проб снега, взятых с разных участков: около жилых домов, на детской площадке, рядом с детским садом, школой, автостоянкой и др.

2. Электрод рН предварительно следует подготовить к работе. Снять защитный колпачок с электрода, с помощью лабораторной промывалки тщательно ополоснуть его нижней частью дистиллированной водой, после чего, осторожно осушить фильтровальной бумагой. Датчик готов к работе.

3. Собрать манипуляционный робот, используя модуль технического зрения и робототехнический контроллер, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

4. Используя пульт дистанционного управления захватить датчик рН.
5. Подключить датчик рН к робототехническому контроллеру манипуляционного робота с помощью USB-шнура, идущего в комплекте.
6. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск».
7. В химический стакан поместить образец исследуемой воды.
8. Опустить щуп датчика рН в образец исследуемой воды управляя манипуляционным роботом и подождать 5-7 минут
9. Повторить измерения с другими образцами.
10. Для сравнения показаний взять пробы снега на территории рекреационной и санитарно-защитных зон.
11. Результаты измерений вписать в таблицу.

Таблица 0.1 – Фактическая концентрация кислотности снега взятого на территории микрорайона (наименование жилого микрорайона или адрес)

Происхождение образца	Количество рН	Показатель кислотно-щелочного равновесия

12. Сделать самостоятельные выводы, сравнив рН воды, взятой из различных источников.

Контрольные вопросы

1. Какие образцы в исследовании были наиболее загрязнены и почему?
2. Каким образом происходит перенос загрязняющих веществ?
3. По какой причине снег рассматривается как индикатор чистоты воздуха?

Лабораторная работа № 15

«Мониторинг pH воды открытых водоемов»

Перечень оборудования: датчик pH цифровой лаборатории по биологии, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике.

Дополнительное оборудование: ноутбук или планшет, штатив с держателем, стакан химический, реактивы.

Цель работы: познакомиться с понятием «мутность», определить мутность воды взятой из различных источников питьевой воды.

Основные сведения

pH («*potentiahydrogeni*» — сила водорода, или «*pondushydrogenii*» — вес водорода) — это единица измерения активности ионов водорода в любом веществе, количественно выражающая его кислотность.

Активность водорода определяется как отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов, выраженной в молях на литр:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Для простоты и удобства при вычислениях был введен показатель pH. pH определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды. Принято измерять уровень pH по 14-цифровой шкале.



Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода $[\text{H}^+]$ (pH больше 7) по сравнению с ионами гидроксида $[\text{OH}^-]$, то вода будет иметь

щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ (рН меньше 7) – **кислую реакцию**. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга.

- кислая среда: $[H^+] > [OH^-]$
- нейтральная среда: $[H^+] = [OH^-]$
- щелочная среда: $[OH^-] > [H^+]$

Когда концентрации обоих видов ионов в растворе одинаковы, говорят, что раствор имеет нейтральную реакцию. В нейтральной воде показатель рН равен 7.

При растворении в воде различных химических веществ этот баланс изменяется, что приводит к изменению значения рН. При добавлении к воде кислоты концентрация ионов водорода увеличивается, а концентрация гидроксид-ионов соответственно уменьшается, при добавлении щелочи – наоборот, повышается содержание гидроксид-ионов, а концентрация ионов водорода падает.

рН показатель отражает степень кислотности или щелочности среды, в то время как «кислотность» и «щелочность» характеризуют количественное содержание в воде веществ, способных нейтрализовывать соответственно щелочи и кислоты. В качестве аналогии можно привести пример с температурой, которая характеризует степень нагрева вещества, но не количество тепла. Опустив руку в воду, мы можем сказать какая вода — прохладная или теплая, но при этом не сможем определить сколько в ней тепла (т.е. условно говоря, как долго эта вода будет остывать).

рН считается одним из важнейших показателей качества питьевой воды. Он показывает кислотно-щелочное равновесие и влияет на то, как будут протекать химические и биологические процессы. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т.д. От кислотно-щелочного равновесия среды нашего организма напрямую зависит наше самочувствие, настроение и здоровье.

Современный человек живет в загрязненной окружающей среде. Многие

приобретают и употребляют пищу, изготовленную из полуфабрикатов. Кроме этого практически каждый человек ежедневно подвергается стрессовому воздействию. Все это оказывает влияние на кислотно-щелочное равновесие среды организма, смещая его в сторону кислот. Чай, кофе, пиво, газированные напитки снижают показатель рН в организме.

Порядок проведения работы

1. Электрод рН предварительно следует подготовить к работе. Снять защитный колпачок с электрода, с помощью лабораторной промывалки тщательно ополоснуть его нижней частью дистиллированной водой, после чего, осторожно осушить фильтровальной бумагой. Датчик готов к работе.

2. Собрать мобильный манипуляционный робот с мультидатчиком для измерения температуры и влажности окружающей среды и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.

3. Произвести захват щупа рН, используя дистанционное управление мобильным манипуляционным роботом.

4. Подключить датчик рН к универсальному вычислительному модулю мобильного манипуляционного робота с помощью WiFi.

5. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск».

6. В химический стакан поместить образец исследуемой воды.

7. Опустить датчик рН в образцы исследуемой воды при помощи упираемым мобильным манипуляционным роботом и подождать 5-7 минут

8. Повторить измерения с другими образцами.

9. Результаты измерений вписать в таблицу

Таблица 0.1 – Результаты измерений

Происхождение образца	Количество рН	Показатель кислотно-щелочного равновесия

--	--	--

10. Сделать самостоятельные выводы, сравнив рН воды, взятой из различных источников.

Контрольные вопросы

1. Какую величину называют рН или водородным показателем среды?
2. Какое значение имеет знание величины рН в самых различных областях науки, техники, экологии и др.?
3. Назовите методы определения рН растворов?
4. Среду, с каким диапазоном рН считают нейтральной, кислой, основной?

Лабораторная работа № 16

«Измерение температуры остывающей воды»

Перечень оборудования: датчики температуры цифровых лабораторий по биологии и химии, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Дополнительное оборудование: ноутбук или планшет, емкость для воды (различной формы и глубины); измерительный цилиндр (мензурка); теплая вода.

Цель работы: проверить на опыте, как зависит скорость остывания воды в зависимости от объема жидкости, (аналогия с остыванием воды в море и в мелкой речке).

Основные сведения

Температура — это физическая величина, характеризующая степень нагрева предмета, измеряемую в градусах по шкале Цельсия, Фаренгейта и некоторым другим.

К основным характеристикам воды относятся температура воды, жесткость воды и водородный показатель воды рН.

Практически все явления внешнего мира и различные изменения в человеческом организме сопровождаются изменением температуры. Явления теплообмена сопутствуют всей нашей повседневной жизни.

Характеристика водоемов по температуре воды сильно зависит от наличия родников, течений, притоков, стоков. В глубоких местах верхние слои быстрее прогреваются или охлаждаются, соответственно, в теплый и холодный период. Создавая порой значительный перепад температур по вертикали.

Сезонные изменения температуры оказывают существенное влияние на интенсивность биологических процессов в водоеме.

Порядок проведения работы

1. Собрать 2 модели манипуляционного робота с DELTA кинематикой и подготовить их к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

2. Произвести захват щупов температуры манипуляционными роботами.

3. Отмерить мензуркой 200мл теплой воды. Разлить её в одинаковом количестве (по 100 мл) в стаканы.

4. Отмерить мензуркой 200-300мл теплой воды. Перелить ее в один стакан.

5. Поместить в сосуды с водой щупы температуры при помощи манипуляционных роботов, измерить начальную температуру воды.

6. Аккуратно влить в один из сосудов растительное масло.

7. Снимать показания датчиков через равные промежутки времени (5 минут).

8. Результаты измерений занести в таблицу.

Таблица 0.1 – Результаты измерений

Время	Температура воды в сосуде с	Температура воды в сосуде без масла,	Температура воды в большом сосуде,

t, мин.	маслом, t, °C	t, °C	t, °C

9. Построить график зависимости температуры воды в обоих сосудах от времени.

10. Проанализировать и интерпретировать полученные результаты, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое процесс остывания?
2. В каком сосуде вода остывала быстрее, почему?
3. Полученные результаты говорят о закономерностях, которые происходят не только в опытах, но и в природе. Приведите примеры.
4. Как можно замедлить процесс остывания воды?

Лабораторная работа № 17

«Анализ почвы»

Перечень необходимого оборудования: цифровые лаборатории по химии и биологии с датчиком рН, датчиком температуры и датчиком влажности почвы, образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с муфтой и кольцом, воронка, фильтровальная бумага, пробирка, стеклянная палочка, 2 химических стакана на 100-150 мл.

Цель работы: определить характер среды (кислая, щелочная, нейтральная) различных видов почв и сделать вывод об их пригодности для выращивания различных с/х растений.

Основные сведения

Существенным фактором, влияющим на плодородие почвы, является кислотность. Повышенная кислотность характерна для дерново-подзолистых, заболоченных почв, а также серых лесных и некоторых почв северных районов Черноземной зоны. Кислотность влияет на структуру почвы (величину и прочность почвенных частиц), на вносимые органические и минеральные удобрения, микрофлору почвы и развитие самого растения.

На кислых почвах многие агрохимические показатели изменяются в неблагоприятную сторону. В результате потери кальция нарушается структура почвы, ухудшаются условия для развития полезных бактерий, в первую очередь тех, которые накапливают в почве минеральный азот. Питательные вещества, главным образом фосфор, переходят в трудноусвояемое состояние. В кислой почве накапливаются в повышенных количествах растворимые алюминий, железо, марганец, что оказывает вредное влияние на растения и микроорганизмы. При повышенной кислотности снижается поступление в растения азота, калия, кальция, магния.

Характерный признак кислых, в основном дерново-подзолистых почв, – наличие под верхним темноокрашенным слоем светлого (белесоватого) слоя, похожего на золу. Чем он яснее выражен, залегает ближе к поверхности, мощнее, тем больше почва обеднена кальцием и кислее.

Кислотность почвенного раствора обозначают величиной рН. Нейтральные почвы имеют рН 7, при рН выше 7 почва щелочная, ниже 7 – кислая и тем кислее, чем меньше эта цифра.

Кислотность подзолистых почв неодинакова, она колеблется в следующих пределах:

рН	почва
4,1-4,5	сильнокислая
4,6-5	среднекислая
5,1-5,5	слабокислая
5,6-6,0	близкая к нейтральной

Для торфяных почв градация иная. Сильнокислые почвы имеют рН меньше 3, средне-, слабокислые – 3,5-4,0.

О кислотности почвы можно судить по характеру дикой растительности. На кислых почвах растет щавелек малый, хвощ, подорожник ланцетовидный, вереск, иван-да-марья, мята полевая, осока и др. Если в травостое преобладает дикий клевер, ромашка, мать-и-мачеха, лебеда, крапива или хорошо растет дуб, акация, шиповник, то реакция почвы близка к нейтральной. Для большинства садовых и огородных культур лучшие почвы – слабокислые и близкие к нейтральной с рН 5,5-6,5.

Для устранения избыточной кислотности почву известкуют. Поступающий с известью кальций нейтрализует кислотность почвы. По величине рН устанавливают степень нуждаемости почв в известковании и ориентировочную норму извести.

Растения отличаются по отношению к кислотности почвы и известкованию. В соответствии с этим культуры можно разделить на несколько групп:

первая – растения наиболее чувствительные к кислотности, требующие нейтральной реакции и сильно отзывающиеся на известкование (свекла, капуста кочанная, лук, чеснок, сельдерей, шпинат, смородина);

вторая – растения, нуждающиеся в слабокислой и близкой к нейтральной реакции, хорошо отзывающиеся на известкование (капуста цветная, салат, огурец, фасоль, горох, яблоня, слива, вишня);

третья – растения, переносящие умеренную кислотность почвы и отрицательно реагирующие на избыток извести (картофель, морковь, петрушка, репа, редька, кабачок, томат, ревень, малина, земляника, груша, крыжовник).

Порядок проведения работы

1. В пробирку поместить почву (столбик почвы должен быть 2-3 см). Прилить дистиллированную воду, объём которой должен быть в 3 раза больше объёма почвы. Хорошенько перемешать стеклянной палочкой.

2. Приготовить почвенный раствор. Бумажный фильтр, вставить в

воронку, закреплённую в кольце штатива. Подставить под воронку чистую сухую пробирку и профильтровать полученную в п. 1 смесь почвы и воды. Перед фильтрованием смесь не следует встряхивать. При фильтровании жидкость наливать на фильтр по палочке тонкой струей, направляя ее на стенку воронки, а не на центр фильтра, чтобы его не разорвать. Почва останется на фильтре, а собранный в пробирке фильтрат представляет собой почвенную вытяжку (почвенный раствор).

3. Электрод рН предварительно следует подготовить к работе. Снять защитный колпачок с электрода, с помощью лабораторной промывалки тщательно ополоснуть его нижней частью дистиллированной водой, после чего, осторожно осушить фильтровальной бумагой. Датчик готов к работе.

4. Собрать модель с автоматизированным управлением на гусеничном ходу.

5. С помощью встроенных беспроводных сетевых решений (Wi-Fi и Bluetooth) произвести интеграцию с программой измерений цифровых лабораторий.

6. С помощью автоматизированного управления захватить щуп рН.

7. Запустить программу измерений и нажать кнопку «Пуск».

8. Подключить датчик рН к контроллеру тип 2 модели с автоматизированным управлением на гусеничном ходу.

9. В почвенную вытяжку поместить электрод рН автоматизированного управления модели на гусеничном ходу.

10. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза». Зафиксировать показания.

11. Повторить п. 1-7 для следующего образца почвы.

12. Результаты измерений занести в таблицу 0.1 и сделать вывод об их пригодности для выращивания различных с/х растений.

13. Для более полного анализа почвы возможно предварительное измерение влажности и температуры почвы на месте взятия проб с помощью модели с автоматизированным управлением на гусеничном ходу.

Таблица 0.1 – Результаты измерения кислотности образцов почв

Характеристика почвы	Образец почвы		
	№ 1	...	№ n
Уровень pH			
Уровень влажности			
Температура			

Контрольные вопросы

1. Что такое кислотность почвы?
2. Какие виды кислотности почв существуют?
3. Как классифицируются растения в зависимости от отношения к кислотности почвы и известкованию?
4. Какие почвы считаются кислыми? Щелочными?
5. Каково биологическое значение кислотности почвы?

Лабораторная работа № 18

«Анализ загрязненности проб почвы»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиками pH, хлорид-ионов, мутности, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике.

Дополнительное оборудование: пробирки, дистиллированная вода.

Цель работы: провести сравнительный анализ загрязненности проб почвы.

Основные сведения

Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосферы Земли. Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере. Важнейшее значение почв состоит в аккумуляции органического вещества, различных химических элементов, а также энергии. Почвенный покров выполняет функции биологического

поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Если это звено биосферы будет разрушено, то сложившееся функционирование биосферы необратимо нарушится. Именно поэтому чрезвычайно важно изучение глобального биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности.

Главными источниками загрязнения являются:

1. Жилые дома и бытовые предприятия. В числе загрязняющих веществ преобладает бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода; мусор общественных учреждений – больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др. Вместе с фекалиями в почву нередко попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания попадают в организм человека. В фекальных остатках могут содержаться такие представители патогенной микрофлоры, как возбудители тифа, дизентерии, туберкулеза, полиомиелита и др. Быстрота гибели в почве разных микроорганизмов неодинакова. Некоторые болезнетворные бактерии могут длительное время сохраняться и даже размножаться в почве и грунте. Почва является одним из важных факторов передачи яиц гельминтов, определяя тем самым возможность распространения ряда гельминтозов. Некоторые гельминты – геогельминты (аскариды, власоглавы, анкилостомиды, стронгилиды, трихостронгилиды и др.) проходят одну из стадий своего развития в почве и могут длительное время сохранять жизнеспособность в ней. Так, например, яйца аскарид могут сохранять жизнеспособность в почве в условиях средней полосы России – до 7-8 лет, Средней Азии – до 15 лет; яйца власоглавов – от 1 до 3 лет.

2. Промышленные предприятия. В твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и их сообщества. Например, в отходах металлургической промышленности обычно присутствуют соли цветных и тяжелых металлов. Машиностроительная промышленность выводит в

окружающую среду цианиды, соединения мышьяка, бериллия. При производстве пластмасс и искусственных локонов образуются отходы бензола и фенола. Отходами целлюлозно-бумажной промышленности, как правило, являются фенолы, метанол, скипидар, кубовые остатки.

3. Теплоэнергетика. Помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, несгоревших частиц, оксидов серы, в конце концов, оказывающихся в почве.

4. Сельское хозяйство. Удобрения, ядохимикаты, применяемые в сельском и лесном хозяйстве для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Загрязнение почв и нарушение нормального круговорота веществ происходит в результате недозированного применения минеральных удобрений и пестицидов. Пестициды, с одной стороны, спасают урожай, защищают сады, поля, леса от вредителей и болезней, уничтожают сорную растительность, освобождают человека от кровососущих насекомых и переносчиков опаснейших болезней (малярия, клещевой энцефалит и др.), с другой стороны – разрушают естественные экосистемы, являются причиной гибели многих полезных организмов, отрицательно влияют на здоровье людей. Пестициды обладают рядом свойств, усиливающих их отрицательное влияние на окружающую среду. Технология применения определяет прямое попадание на объекты окружающей среды, где они передаются по цепям питания, долгое время циркулируют по внешней среде, попадая из почвы в воду, из воды в планктон, затем в организм рыбы и человека или из воздуха и почвы в растения, организм травоядных животных и человека. Вместе с навозом в почву нередко попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания попадают в организм человека.

5. Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, оседающие на поверхности почвы или поглощаемые растениями. Каждый автомобиль выбрасывает в атмосферу в среднем в год 1 кг свинца в виде аэрозоля. Свинец выбрасывается с выхлопными газами автомобилей, осаждается на растениях,

проникает в почву, где он может оставаться довольно долго, поскольку слабо растворяется. Наблюдается ярко выраженная тенденция к росту количества свинца в тканях растений. Это явление можно сопоставить со все увеличивающимся потреблением горючего, содержащего тетраэтил свинца. Люди, живущие в городе около магистралей с интенсивным движением, подвергаются риску аккумулировать в своем организме всего за несколько лет такое количество свинца, которое намного превышает допустимые пределы. Свинец включается в различные клеточные ферменты, и в результате эти ферменты уже не могут выполнять предназначенные им в организме функции. В начале отравления отмечают повышенную активность и бессонницу, позднее утомляемость, депрессии. Более поздними симптомами отравления являются расстройства функции нервной системы и поражение головного мозга. Автотранспорт в Москве выбрасывает ежегодно 130 кг загрязняющих веществ на человека. Почву загрязняют нефтепродуктами при заправке машин на полях и в лесах, на лесосеках и т.д.

Самоочищение почв, как правило, - медленный процесс. Токсичные вещества накапливаются, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Из почвы токсические вещества могут попасть в организмы животных, людей и вызвать тяжелейшие болезни и смертельные исходы. В почвах накапливаются соединения металлов, например, железа, ртути, свинца, меди и др. Ртуть поступает в почву с пестицидами и промышленными отходами. Суммарные неконтролируемые выбросы ртути составляют до 25 кг в год. О масштабах химического преобразования поверхности литосферы можно судить по следующим данным: за столетие (1870-1970) на земную поверхность осело свыше 20 млрд. т шлаков, 3 млрд. т золы. Выбросы цинка, сурьмы составили по 600 тыс. т, мышьяка – 1,5 млн. т, кобальта – свыше 0,9 млн. т, никеля – более 1 млн. т.

Порядок проведения работы

Органолептические показатели:

1. Подготовить пять проб почвы. Отбор проб снега производится в различных местах населенного пункта.
2. Оценить и записать в таблицу 0.1 внешний вид почвы.
3. Оценить запах почвы. Описать и записать результаты в таблицу 0.1.
4. Описать состав почвы (основных компонентов).
5. Приготовить растворы образцов. Бумажный фильтр вставить в воронку, опущенную в чистую пробирку и профильтровать полученный почвенный раствор.
6. Подключить датчик мутности к микроконтроллеру с помощью внешнего модуля беспроводной передачи данных по технологии Bluetooth.
7. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
8. Наполнить кювету датчика мутности раствором.
9. Поместить кювету в датчик. Закрыть крышку.
10. Полученные данные записать в таблицу 0.1.

Определение pH:

1. Собрать макет манипуляционного робота и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора по механике, мехатронике и робототехнике.
2. Произвести захват щупа pH манипуляционным роботом с помощью дистанционного управления.
3. Подключить датчик pH к микроконтроллеру манипуляционного робота с помощью внешнего модуля беспроводной передачи данных по технологии Bluetooth.
4. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
5. Подготовить пять стаканов с раствором.
6. Поочередно измерить значение pH для каждого раствора, попеременно погружая щуп в сосуды при помощи манипуляционного робота.

Важно после каждого измерения погружать щуп в чистую воду для очистки и протирать сухой салфеткой.

7. Полученные данные записать в таблицу 0.1.

Определение хлорид ионов:

1. Подключить датчик хлорид ионов к микроконтроллеру манипуляционного робота с помощью внешнего модуля беспроводной передачи данных по технологии Bluetooth.

2. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».

3. Подготовить пять стаканов с растворами.

4. Поочередно измерить значение хлорид-ионов для каждого раствора, попеременно погружая щуп в сосуды с помощью манипуляционного робота.

5. Полученные данные записать в таблицу 0.1.

6. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

Таблица 0.1– Результаты измерений

П/П	Ме сто взятия пробы почвы	Вне шний вид почвы	З апах почвы	Му тность почвы	Основ ные компонент ы почвы	рН снега	Содер жание хлорид ионов

Контрольные вопросы

1. Что такое загрязнение?

2. Какие виды загрязнений существуют?
3. Что такое почва?
4. Какие основные факторы загрязнений почвы вы знаете?

Лабораторная работа № 19

«Анализ загрязненности проб снега»

Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиками рН, хлорид-ионов, мутности, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов

Дополнительное оборудование: пробирки, дистиллированная вода.

Цель работы: провести сравнительный анализ загрязненности проб снега.

Основные сведения

Существуют различные классификации загрязнения среды: по свойствам загрязнителей (физические, химические, биологические и т.д.); по состоянию загрязняющего вещества (газ, жидкость, твердые отходы и т.д.); по стойкости загрязнения в естественной среде (разрушаемые и неразлагаемые); по качеству или виду среды, где распространяется загрязнение (атмосфера, гидросфера, литосфера и т.д.).

Глобальное загрязнение – загрязнение, которое нарушает естественные физико-химические, биологические показатели биосферы в целом и обнаруживается в любой точке поверхности нашей планеты.

Локальное загрязнение – загрязнение окружающей среды в ограниченных пространственно-временных масштабах.

Региональное загрязнение – загрязнение окружающей среды, проявляющееся в пределах значительной территории (региона). Региональное загрязнение формируется на основе локальных загрязнений при увеличении их количества или пространственно-временных масштабов.

Одним из видов загрязнения является загрязнение атмосферы, атмосферные же осадки приносят все загрязнения в почву и водную среду.

Атмосфера загрязняется в следствие промышленных выбросов, а также вредных веществ, поступающих в атмосферу в составе отработавших газов, зависит от общего технического состояния автомобилей и, особенно от двигателя – источника наибольшего загрязнения. Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается при разгоне автомобиля, особенно при быстром, а также при движении с малой скоростью. Относительная доля (от общей массы выбросов) углеводородов и оксида углерода наиболее высока при торможении и на холостом ходу, доля оксида азота- при разгоне. Из этих данных следует, что автомобили особенно сильно загрязняют воздушную среду при частых остановках и при движении с малой скоростью. Несмотря на то что дизельные двигатели более экономичны, таких веществ, как CO, HC, NO, выбрасывают не более, чем бензиновые, они существенно больше выбрасывают дыма (преимущественно несгоревшего углерода), который к тому же обладает неприятным запахом, создаваемым некоторыми несгоревшими углеводородами). В сочетании же с создаваемым шумом дизельные двигатели не только сильнее загрязняют среду, но и воздействуют на здоровье человека гораздо в большей степени, чем бензиновые.

Главным загрязнителем снега, а, следовательно, и воздуха является сажа, которая выделяется из труб котельных вместе с прочими продуктами сгорания.

Для определения содержания сажи в воздухе, полученную из снега воду фильтруют через бумажный фильтр. Предварительно фильтры взвешивают. После фильтрования фильтры высушивают и снова взвешивают. По разности масс фильтра с сажой и чистого фильтра вычисляют содержание сажи в воде и, соответственно, в воздухе. После получения данных делается перерасчет на содержание сажи в мг на 1 л воды.

Снег является одним из неперенных атрибутов зимы. Вместе с тем, в некоторых особо теплых регионах планеты (например, на Аравийском полуострове) такое погодное явление, как снег, отсутствует или наблюдается только один раз в несколько десятилетий.

В России снежный покров устанавливается на большей части страны. В северо-восточных районах (Красноярский край, Чукотка, Якутия), где климат наиболее суров, снег ложится уже в конце сентября и держится до начала июня. В средней полосе России первый снег обычно выпадает в конце октября-начале ноября, снежный покров устанавливается во второй половине ноября, а сходит полностью в начале апреля. В равнинной части южных областей европейской части России (особенно в Причерноморье) долговременные снежный покров (дольше 2-3 недель) отсутствует вовсе.

Снег образуется, когда микроскопические капли воды в облаках притягиваются к пылевым частицам и замерзают. Появляющиеся при этом кристаллы льда, не превышающие поначалу 0,1 мм в диаметре, падают вниз и растут в результате конденсации на них влаги из воздуха. При этом образуются шестиконечные кристаллические формы. Из-за структуры молекул воды между лучами кристалла возможны углы лишь в 60° и 120° . Основной кристалл воды имеет в плоскости форму правильного шестиугольника. На вершинах такого шестиугольника затем осаждаются новые кристаллы, на них— новые, и так получают разнообразные формы звездочек-снежинок.

Кристаллы неоднократно вертикально передвигаются в атмосфере, частично тая и кристаллизуясь заново. Из-за этого нарушается регулярность кристаллов и образуются смешанные формы. Кристаллизация всех шести лучей происходит в одно и то же время, в практически идентичных условиях, и поэтому особенности формы лучей снежинки получаются столь же идентичны.

Белый цвет происходит от заключённого в снежинке воздуха. Свет всех возможных частот отражается на граничных поверхностях между кристаллами и воздухом и рассеивается. Снежинки состоят на 95% из воздуха, что обуславливает низкую плотность и сравнительно медленную скорость падения (0,9 км/ч).

Порядок проведения работы

Органолептические показатели:

1. Подготовить пять проб снега. Отбор проб снега производить в различных местах населенного пункта.
2. Оценить и записать в таблицу 0.1 внешний вид снега.
3. Оценить запах снега. Описать и записать результаты в таблицу 0.1.
4. Растопить образцы снега.
5. Подключить датчик мутности к робототехническому контроллеру с помощью с помощью USB-шнура, идущего в комплекте.
6. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
7. Наполнить кювету датчика мутности растопленным образцом снега (водой).
8. Поместить кювету в датчик.
9. Полученные данные записать в таблицу 0.1.

Определение pH:

1. Собрать модель манипуляционного робота с угловой кинематикой и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного набора для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.
2. С помощью крепежных элементов разместить щуп pH в захвате манипуляционного робота.
3. Подключить датчик pH к робототехническому контроллеру.
4. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
5. Подготовить пять стаканов с воду из образцов снега.
6. Поочередно измерить значение pH для каждого раствора, попеременно погружая щуп в сосуды управляя манипуляционным роботом. Важно после каждого измерения погружать щуп в чистую воду для очистки и протирать сухой салфеткой.
7. Полученные данные записать в таблицу 0.1.

Определение хлорид-ионов

1. Подключить датчик хлорид ионов к робототехническому контроллеру с помощью с помощью USB-шнура, идущего в комплекте.
2. Запустить программу измерений. Запустить сбор данных кнопкой «Пуск».
3. Подготовить пять стаканов с воду из образцов снега.
4. Поочередно измерить значение хлорид-ионов для каждого раствора, попеременно погружая щуп в сосуды, управляя манипуляционным роботом.
5. Полученные данные записать в таблицу 0.1.
6. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

Таблица 0.1– Результаты измерений

п/п	Место пробы снега	Внешний вид	Запах проб снега	Мутность снега	рН снега	Содержание хлорид ионов	

Контрольные вопросы

1. Что такое загрязнение?
2. Какие виды загрязнений существуют?
3. Что такое снег?
4. Какую роль в экологии играет анализ снега?

Лабораторная работа № 20

«Определение содержания железа в природных водах»

Тип работы: исследовательская работа.

Цель работы: исследовать содержание железа в природных водах на основании оптической плотности.

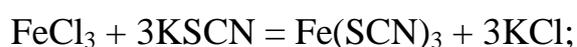
Перечень необходимого оборудования: цифровая лаборатория по химии с датчиком оптической плотности, образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков

Дополнительное оборудование: кювета для датчика оптической плотности, колбы мерные объемом 50 мл, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, 0,1 М раствор KSCN, 0,001 М раствор FeCl₃, концентрированная HNO₃, пипетка аптечная или стеклянная трубочка, две пипетки мерных объемом 2 мл, пипетки мерные или пипетки Мора объемом 5 и 25 мл, пробы воды.

Краткие теоретические сведения

Часто в природной воде, а порой и в водопроводной, содержатся ионы железа – как в окисленной форме Fe³⁺, так и в восстановленной форме Fe²⁺. Вода, содержащая Fe²⁺, прозрачна и чиста на вид, но при контакте с воздухом, особенно при нагревании, ионы железа постепенно окисляются, придавая воде желтовато-бурую окраску. Предельно допустимая концентрация (ПДК) железа в воде 0,3 мг/л. Наличие в воде растворенного железа в количестве выше 0,3 мг/л вызывает бурые потеки на сантехнике, пятна на посуде и на белье после стирки. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения.

Для определения иона Fe³⁺ в воде используют довольно чувствительную (предел обнаружения железа 0,02 мг/л) реакцию с роданидом калия или аммония:



Образующееся комплексное соединение $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ имеет ярко-красную окраску. Однако реакция чувствительна только к ионам Fe^{3+} , поэтому для обнаружения железа в форме Fe^{2+} пробу нужно доокислять (например, добавлением небольшого количества концентрированной азотной кислоты).

Концентрацию окрашенных соединений удобно определять по оптической плотности растворов. *Оптическая плотность* – мера ослабления света прозрачными объектами или отражения света непрозрачными объектами. Световой поток, проходя через окрашенную жидкость, частично поглощается. Остальная часть светового потока попадает на фотоэлемент, в котором возникает электрический ток, регистрирующийся при помощи амперметра. Чем больше концентрация раствора, тем больше его оптическая плотность и тем больше степень поглощения света, следовательно, тем меньше сила возникающего тока. Между оптической плотностью и концентрацией вещества в растворе существует прямая пропорциональная зависимость.

Порядок выполнения работы

1. Приготовить минимум два градуировочных раствора. Для этого отобрать мерной пипеткой или пипеткой Мора 5 мл 0,001 М раствора FeCl_3 , поместить его в мерную колбу объемом 50 мл, долить воды до метки и хорошо перемешать. Затем отобрать мерной пипеткой или пипеткой Мора 25 мл полученного раствора, поместить его в мерную колбу объемом 50 мл, долить воды до метки и хорошо перемешать.

2. Собрать стационарное робототехническое устройство с автоматизированным управлением и подготовить его к работе, по инструкции из методических рекомендаций входящих в состав образовательного конструктора для практики блочного программирования с комплектом датчиков.

3. Закрепить кювету в захвате стационарного робототехнического устройства с автоматизированным управлением.

4. Подключить датчик оптической плотности к контроллеру тип 2. Запустить программу измерений. В подменю датчика выбрать синий светофильтр (длина волны 470 нм).

5. Для калибровки датчика следует налить дистиллированной воды в кювету и поместить ее в датчик оптической плотности при помощи стационарного робототехнического устройства с автоматизированным управлением. Нажать кнопку «Пуск». Спустя 2-3 секунды необходимо нажать кнопку «Сбросить» и дождаться установления нулевого значения (процесс калибровки может занять от 5 до 15 секунд). До окончания процесса калибровки нельзя вынимать кювету из датчика. Затем нажать кнопку «Пауза».

6. В кювету налить с помощью мерной пипетки 2 мл первого градуировочного раствора, добавить с помощью аптечной пипетки или стеклянной трубочки одну каплю концентрированной азотной кислоты и с помощью другой мерной пипетки – 0,5 мл 0,1 М раствора роданида калия.

7. Нажать кнопку «Пуск», дождаться установления показаний, зафиксировать значение оптической плотности, нажать кнопку «Пауза».

8. Повторить пп. 4-5 со вторым градуировочным раствором.

9. Построить градуировочный график, представляющий собой зависимость оптической плотности от концентрации раствора, включая нулевую точку. Все три точки должны лежать на одной прямой. Если налицо заметные отклонения от прямой, следует приготовить дополнительные градуировочные растворы других концентраций и уточнить прямую.

10. Повторить пп. 4-5 с исследуемыми образцами воды.

11. На основании градуировочного графика найти значения концентраций, соответствующих полученным значениям оптической плотности для образцов воды.

Контрольные вопросы

1. В каком виде может содержаться железо в воде?
2. Какова предельно допустимая концентрация железа?

3. Почему повышенное содержание железа в воде нежелательно?
4. С помощью какого реактива определяют ион Fe^{3+} ? Каков признак реакции?
5. Что такое оптическая плотность?
6. Какая существует зависимость между оптической плотностью и концентрацией вещества в растворе?

Вопросы для анализа результатов и подготовки выводов

1. Для чего строят градуировочный график?
2. Почему для построения градуировочного графика необходимы как минимум два градуировочных раствора?
3. Для чего могут понадобиться дополнительные градуировочные растворы?
4. Рассчитайте предельно допустимую концентрацию железа и предел его обнаружения с помощью роданида в моль/л.
5. Рассчитайте концентрации градуировочных растворов в моль/л.
6. Для чего к растворам добавляют азотную кислоту?
7. Найдите концентрации ионов железа в исследуемых образцах по градуировочному графику. Превышают ли они ПДК?