

Г.

****

***МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ***

***ПО РАБОТЕ С ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ «R2-D2»***

г.Иваново, 2021г.

**Оглавление**

**[Введение](#_Toc82521545)** [3](#_Toc82521545)

[**Цифровая лаборатория по БИОЛОГИИ** 5](#_Toc82521546)

[**Цифровая лаборатория по ФИЗИКЕ** 7](#_Toc82521547)

[**Цифровая лаборатория по ХИМИИ** 10](#_Toc82521548)

[**Платформа Arduino Nano 33 BLE Sense - основа мультидатчика.** 13](#_Toc82521549)

[**Лабораторные работы** 15](#_Toc82521550)

# **Введение**

Широкое внедрение информационных технологий в процесс преподавания в школе является одним из проявлений процесса масштабной информатизации всего общества. При этом требования федерального стандарта основного общего образования предполагают интеграцию обеспечения всеобщей компьютерной грамотности и деятельностного характера процесса обучения.

Согласно ФГОС второго поколения, результатом освоения основной образовательной программы основного общего образования при изучении естественных наук является обеспечение формирования умений проведения простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и навыков адекватной оценки полученных результатов, приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения явлений.

С точки зрения разработчиков, цифровая лаборатория позволяет объективизировать получаемые данные и приближает школьные лабораторные и исследовательские работы к современному стандарту научной работы. Широкий набор возможностей, обеспечиваемых цифровыми средствами измерения, не только обеспечивает в ходе практической работы наглядное выражение полученных ранее теоретических знаний, но и демонстрирует их значимость для обыденной жизни.

Преимущества цифровой лаборатории:

1. ***Компактность и функциональность***. Каждый комплект устройства занимает минимум места и является готовым решением, обладающим необходимым набором датчиков для проведения всех основных экспериментов в рамках стандартного курса образовательных программ.
2. ***Универсальность и адаптируемость.*** Все датчики и регистраторы данных имеют универсальные разъемы, что позволяет доукомплектовывать любую лабораторию дополнительными датчиками, а также использовать датчики из других комплектов и модификаций.  Это дает возможность адаптировать вашу лабораторию под свои образовательные потребности.
3. ***Простота и удобство в использовании***. Лаборатория готова к работе сразу после включения. Она имеет интуитивно-понятный интерфейс и графические подсказки на каждом датчике в зависимости от его назначения. Помимо этого, в каждом комплекте присутствует методическое пособие по работе с устройством, включающее примеры уроков по различным предметам.

Цифровые лаборатории можно использовать в учебном процессе для практических занятий и лабораторных опытов на уроках биологии, для организации лабораторных, практикумов, исследовательских проектов. Учитывая, что лаборатории занимают немного места, не требуют специальных условий использования, то ими можно пользоваться как на уроке, так и вне класса: на внеурочной деятельности, на экскурсиях, выездных практикумов и даже в и в походных условиях.

Цифровые лаборатории обеспечивают автоматизированный сбор и обработку данных, прямо во время проведения эксперимента. Это позволяет оценить ход эксперимента и вовремя скорректировать при необходимости. Результаты отображаются в виде графиков, таблиц и могут быть сохранены.

Датчики многофункциональны и могут быть использованы в нескольких темах, в разных классах. Простота использования этой лаборатории позволяет применять ее практически в любом классе и у детей с любым уровнем обучености. Здесь не нужно каких-то специальных знаний и навыков, все интуитивно понятно и просто в использовании.

Преимущества Цифровых лабораторий по сравнению с традиционными средствами проведения школьного эксперимента:

* Моментальное наглядное представление результатов эксперимента в виде графиков, диаграмм и таблиц;
* Цифровые лаборатории преобразуют огромный поток информации в легко воспринимаемую визуальную форму;
* хранение и компьютерная обработка результатов эксперимента;
* Быстрое наглядное сопоставление данных, полученных в ходе различных экспериментов;
* Возможность многократного повторения эксперимента без особых затрат времени на подготовку;
* Наблюдение за динамикой исследуемого явления;
* Простота изучения быстро протекающих процессов;
* Сокращение времени эксперимента; быстрота получения результата;
* Организация сотворчества учащихся;
* Возрастание познавательного интереса учащихся.
* Облегчает математическую обработку экспериментальных данных

Учителю данный набор предоставляет возможность доступно и интересно провести урок, опираясь на современные технологии. Наглядность экспериментов, осуществляемых с помощью цифровых лабораторий - еще одно подтверждение известной фразы, что лучше один раз увидеть (а еще лучше - попробовать), чем сто раз услышать.

В данном пособии описан широкий спектр возможностей применения оборудования при реализации основных общеобразовательных программ с описанием конкретных лабораторных работ, опытов и экспериментов. Основные рассматриваемые блоки:

• Организация проектных и исследовательских работ

• Лабораторные работы по химии

• Лабораторные работы по физике

• Лабораторные работы по биологии

Предлагаемые (лабораторные работы) позволяют не только качественно подходить к выполнению школьных проектов, но и дают возможность усилить интерес к предмету в рамках уроков в общеобразовательных классах, расширить возможности получения знаний и приобретения практических навыков в классах с углубленным изучением предмета, развивать творческий потенциал на элективных курсах.

# **Цифровая лаборатория по БИОЛОГИИ**

Состав цифровой лаборатории для занятий по биологии:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Описание компонента | Общий вид | Технические характеристики |
| 1 | Беспроводной мультидатчик по биологии | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\20210903_124700.jpg | Разрядность встроенной АЦП 12 бит  Номинальное напряжение батареи 3,7 В  Встроенная память объемом 2 Кбайт |
| 2 | Датчик относительной влажности и температуры окружающей среды |  | Тип датчика: Цифровой, встроенный  Диапазон измерения влажности:0-100%  Диапазон измерения температуры:  От -40 °С до +60 °С |
| 3 | Датчик освещенности | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик Освещенности_1.jpg | Тип датчика: Цифровой  Напряжение питания: 2,7-6 В  Рабочий ток: 0,7 мА  Диапазон измерения освещённости 200 000 лк |
| 4 | Датчик уровня pH | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик Ph_2.jpg | Тип датчика: Аналоговый  Диаметр Jack 3.5мм  Напряжение питания модуля: 5 В постоянного тока.  Диапазон измерений: 0...14 pH.  Диапазон рабочих температур +10 до +80  Разъем для подключения выносного щупа |
| 5 | Датчик температуры исследуемой среды | C:\Users\rokitskaya\Downloads\PHOTO-2021-09-05-14-27-57.jpg | Тип датчика: Аналоговый  Диапазон измеряемых температур: −40…+165 ° Напряжение питания: 3–5,5 В |
| 6 | Датчик электрической проводимости | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик электрической проводимости (4).jpg | Параметры обнаружения TDS  Диапазон измерения 0-20000 кСм/см  Температура воды 5-50°с  Рабочий ток <3 мА |
| 8 | Зарядное устройство | 3G8SJBGBK94 | Вид.зарядного устройства:Сетевое  Выходное напряжение 5 В  Разъемы подключения mini Usb |
| 9 | кабель USB соединительный |  | Тип USB 2.0  Функциональный тип: Кабель |
| 10 | USB адаптер беспроводного подключения Bluetooth | gfS200g3TRc | Версия Bluetooth 5.0  Дополнительная информация: Bluetooth Low Energy |
| 11 | Справочно-методические материалы |  |  |

**Цифровая лаборатория по ФИЗИКЕ**

Состав цифровой лаборатории для занятий по физике:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Описание компонента | Общий вид | Технические характеристики |
| 1 | Беспроводной мультидатчик по физике | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\20210903_124700.jpg | Разрядность встроенной АЦП 12 бит  Номинальное напряжение батареи 3,7 В  Встроенная память объемом 2 Кбайт |
| 2 | Датчик давления | **\\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик давления.jpg** | Тип датчика: Аналоговый  Диаметр Jack 3.5мм  Диапазон измерения от 0 до 700 кПа  Напряжение питания: 5 В  Измеряемая среда: сухой газ |
| 3 | Датчик тока | **\\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик тока.jpg** | Тип датчика: Аналоговый  Диаметр Jack 3.5мм  Измерение -5 до 5 А  Напряжение питания 5 В  Температура эксплуатации -40 °с .. +85 °с |
| 4 | Датчик ускорения |  | Тип датчика: Цифровой, встроенный  Протокол связи: I2C  Питание: 3-5 В  Диапазон измерения +/- 8 g |
| 5 | Датчик электрического напряжения | **\\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик напряжения.jpg** | Тип датчика: Аналоговый  Напряжение питания 3-5 В  Потребляемый ток: до 1Ма  Диапазон измеряемых напряжений +/- 15в  Рабочая температура от -40 с до +85 с |
| 6 | Датчик магнитного поля | **\\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Магнитный датчик.jpg** | Тип датчика: Аналоговый  Напряжение питания 3-6.5 В  Диаметр Jack 3.5мм  Потребляемый ток от 4.2..8 ма  Диапазон измерения -100 до +100 мТл |
| 7 | Датчик температуры исследуемой среды | C:\Users\rokitskaya\Downloads\PHOTO-2021-09-05-14-27-57.jpg | Тип датчика: Аналоговый  Диапазон измеряемых температур: −40…+165 °C  Напряжение питания: 3–5,5 В |
| 8 | USB осциллограф |  | Тип прибора осциллограф  Количество каналов 2  Полоса пропускания, МГц 20 |
| 9 | Зарядное устройство | 3G8SJBGBK94 | Вид зарядного устройства: Сетевое  Выходное напряжение 5 В  азъемы подключения mini USB |
| 10 | кабель USB соединительный |  | Тип USB 2.0  Функциональный тип: Кабель |
| 11 | USB адаптер беспроводного подключения Bluetooth | gfS200g3TRc | Версия Bluetooth 5.0  Дополнительная информация: Bluetooth Low Energy |
| 12 | Конструктор для проведения экспериментов по физике |  | «Ключ», «Конденсатор», «Лампа накаливания», «Переменный резистор», «Полупроводниковый диод», «Резистор 360 Ом», «Резистор 1000Ом», «Светодиод», «Трансформатор» |
| 13 | Справочно-методические материалы |  |  |

# **Цифровая лаборатория по ХИМИИ**

Состав цифровой лаборатории для занятий по химии:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Описание компонента | Общий вид | Технические характеристики |
| 1 | Беспроводной мультидатчик по | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\20210903_124700.jpg | Разрядность встроенной АЦП 12 бит  Номинальное напряжение батареи 3,7 В |
| 2 | Датчик уровня pH | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик Ph_1.jpg | Тип датчика: Аналоговый  Диаметр Jack 3.5мм  Напряжение питания модуля: 5 В постоянного тока.  Диапазон измерений: 0...14 pH.  Разъем для подключения выносного щупа |
| 3 | Датчик температуры термопарный | **\\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\20210903_133705.jpg** | Тип датчика: Цифровой  Диапазон измерения температуры: -200 °C до 1300 °C  Входное напряжение 3-5 В постоянного тока |
| 4 | Датчик электрической проводимости | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик электрической проводимости (4).jpg | Параметры обнаружения TDS  Диапазон измерения 0-20000  мкСм/см  Рабочий ток <3 мА |
| 5 | Датчик температуры химический | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\20210903_124735.jpg | Тип датчика: Цифровой  Диапазон измеряемых температур: −40…+180 °C |
| 6 | Датчик-колориметр | \\hv2srv\Проект Тендеры и Котировки 2021\1. ВЫИГРАННЫЕ\ТЕКУЩИЕ\Минобразования Крыма, КУ (№ 0175200000421000234) - 32 709 600 р\Работа\Фото_Крым\Датчик-Колориметр_3.jpg | Тип датчика: Цифровой  Рабочее напряжение: 3-5 В  Рабочий ток: 15mA |
| 7 | Зарядное устройство | 3G8SJBGBK94 | Вид.зарядного устройства:Сетевое  Выходное напряжение 5 В  Разъемы подключения mini Usb |
| 8 | кабель USB соединительный |  | Тип USB 2.0  Функциональный тип: Кабель |
| 9 | USB адаптер беспроводного подключения Bluetooth | gfS200g3TRc | Версия Bluetooth 5.0  Дополнительная информация: Bluetooth Low Energy |
| 10 | Набор лабораторной оснастки |  | Состав: Мензурка 250мл 1шт, Стеклянная палочка 1шт, Химический стакан 250мл 1шт, Выпарительная чаша 1шт, Мерный цилиндр 250мл 1шт, Воронка 1 шт, Коническая колба 250мл 1 шт, Пробирки 4 шт, Штатив металлический Ш-10/18 1 шт,  Пробка для пробирок 4шт |
| 11 | Справочно-методические материалы |  |  |

# **Платформа Arduino Nano 33 BLE Sense - основа мультидатчика.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Беспроводные мультидатчики базируются на Платформе Arduino Nano 33 BLE Sense — продвинутом контроллере с поддержкой машинного обучения.  Плата является полным аналогом Nano 33 BLE, но на борту версии Sense добавлена целая группа датчиков. |

* 9-осевой инерциальный модуль для отслеживания движения.
* Сенсор температуры и влажности для измерения климатических параметров.
* Барометр для метеонаблюдений.
* Микрофон для записи и анализа звука.
* Оптический датчик приближения и освещенности для управления светом и поддержки жестов.

**Начинка**

Nano 33 BLE Sense построена на чипе U-blox NINA-B306, который обеспечивает связь Bluetooth v5.0 в диапазоне 2,4 ГГц и поддерживает энергосберегающий протокол Bluetooth Low Energy (BLE).

Беспроводной модуль включает в себя 32-битный микроконтроллер Nordic nRF52840 на архитектуре ARM Cortex-M4 с тактовой частотой 64 МГц, 1 МБ флеш-памяти и 256 КБ оперативной памяти. Вычислительный блок операций с плавающей запятой (FPU) ускоряет работу с вещественными числами.

Инерциальный модуль STMicroelectronics LSM9DS1 содержит трёхосевые сенсоры: акселерометр, гироскоп и магнитометр. Датчики движения снабжают устройство мгновенными данными о перемещении в пространстве.

Датчик STM HTS221 определяет температуру и относительную влажность воздуха в окружающем пространстве и выдаёт их значения в 16-битном формате.

Датчик атмосферного давления STM LPS22HB служит альтиметром для носимого гаджета или барометром для метеостанции.

Сенсор Avago APDS-9960 от Broadcom использует четыре фотодиода с ИК-излучателями для распознавания базовых жестов: взмаха руки влево или вправо, вверх-вниз и так далее. Также он умеет распознавать цвета через интенсивность каналов RGB и уровень освещённости.

Встроенный цифровой микрофон STM MP34DT05-A пригодится для распознавания коротких голосовых команд или записи звука.

С помощью алгоритма машинного обучения TensorFlow Lite можно найти интересное применение для всей комбинации сенсоров: например, научить Arduino сортировать фрукты.

**Программирование**

Платформа программируется через среду Arduino IDE, визуальную среду XOD IDE или произвольный инструментарий C/C++. Для прошивки вам понадобится кабель Micro-USB.

**Питание**

Nano 33 BLE Sense питается через порт USB или контакт Vin. Поддерживается напряжение от 5 до 18 В, что позволяет использовать различные батарейки или сетевые адаптеры.

Обратите внимание, что вся логика платы работает на 3,3 вольтах: подключение 5-вольтовой периферии приведёт к повреждению устройства, поэтому выбирайте только те датчики и модули, которые поддерживают логическое напряжение 3,3 В. Например, вся линейка наших Troyka-модулей совместима с 3,3 В.

# **Лабораторные работы**

Инструкции к лабораторным работам могут быть переработаны учителем под свой класс, и под те цели, которые преследует учитель при выполнении данной работы. При этом можно выполнение одной и той же работы проводить с разным оборудованием, используя различные методы выполнения работы.

В зависимости от темы и назначения лабораторной работы, подготовьте место для проведения опытов, необходимые для замеров датчики, дополнительные сопутствующие материалы.

Все лабораторные работы представлены на внешнем носителе, входящем в комплект поставки цифровых лабораторий.

**Лабораторные работы по биологии**

1. Лабораторная работа № 1 «Зависимость атмосферного давления и артериального давления человека»
2. Лабораторная работа № 2 «Исследование биоритмов человека»
3. Лабораторная работа № 3 «Изучение способов передвижения животных»
4. Лабораторная работа № 4 «Измерение кровяного давления»
5. Лабораторная работа № 5 «Испарение воды растением в тени и на солнце»
6. Лабораторная работа № 6 «Зависимость транспирации и температуры от площади поверхности листьев»
7. Лабораторная работа № 7 «Испарение воды листьями до и после полива»
8. Лабораторная работа № 8 «Исследование влияния различных условий (температура, pН)

на активность фермента»

1. Лабораторная работа № 9 «Агрегатное состояние воды»
2. Лабораторная работа № 10 «Денатурация белка»
3. Лабораторная работа № 11 «Выделительная и терморегуляторная функции кожи»
4. Лабораторная работа № 12 «Действие ферментов слюны на крахмал, желудочного сока на белки»
5. Лабораторная работа № 13 «Регуляция температуры тела человека – потеря тепла потоотделением»
6. Лабораторная работа № 14 «Нарушение кровообращения при наложении жгута»
7. Лабораторная работа № 15 «Влияние естественной вентиляции (аэрации) на климат внутри помещения»
8. Лабораторная работа № 16 «Исследование влияния городских зеленых зон на температуру и относительную влажность окружающей среды»
9. Лабораторная работа № 17 «Определение абиотических условий под камнями с помощью датчиков температуры и освещенности»
10. Лабораторная работа № 18 «Влияние основных абиотических факторов на продуктивность

выращивания перцев сладких в условиях теплицы»

1. Лабораторная работа № 19 «Влажность воздуха и ее изменение»
2. Лабораторная работа № 20 «Определение загрязненности воды (определение температуры и органолептических характеристик воды)»
3. Лабораторная работа № 21 «Равномерность освещенности от разных источников»
4. Лабораторная работа № 22 «Анализ почвы»
5. Лабораторная работа № 23 «Процесс скисания молока»
6. Лабораторная работа № 24 «Оценка уровня освещенности»
7. Лабораторная работа № 25 «Дыхание семян»
8. Лабораторная работа № 26 «Измерение кислотности различных напитков, употребляемых в пищу»
9. Лабораторная работа № 27 «Зависимость концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе до и после физической нагрузки»
10. Лабораторная работа № 28 «Равномерность освещенности от разных источников»
11. Лабораторная работа № 29 «Спиртовое брожение в дрожжах»
12. Лабораторная работа № 30 «Измерение скорости фотосинтеза с помощью датчиков давления»

**Лабораторные работы по химии**

1. Лабораторная работа № 1 «Изучение пламени свечи»
2. Лабораторная работа № 2 «Экзотермические реакции. Растворение NaOH в воде»
3. Лабораторная работа № 3 «Эндотермические реакции. Растворение нитрата аммония в воде»
4. Лабораторная работа № 4 «Вещества и их физические свойства»
5. Лабораторная работа № 5 «Применение моющих веществ в быту»
6. Лабораторная работа № 6 «Реакции нейтрализации. Взаимодействие гидроксида натрия с соляной кислотой»
7. Лабораторная работа № 7 «Закон Гесса. Аддитивность теплоты реакций»
8. Лабораторная работа № 8 «Применение моющих веществ в быту»
9. Лабораторная работа № 9 «Изменение температуры замерзания/плавления в присутствии примесей»
10. Лабораторная работа № 10 «Калорийность пищи»
11. Лабораторная работа № 11 «Кислотно-основное титрование. Реакция NaOH с HCl»
12. Лабораторная работа № 12 «Химическое равновесие. Нахождение константы Kc»
13. Лабораторная работа № 13 «Окислительно-восстановительные реакции. Реакция хлорида алюминия с медью»
14. Лабораторная работа № 14 «Определение кислотности молока»
15. Лабораторная работа № 15 «Определение рН (водородного показателя) питьевой неминерализованной воды, минеральной воды, газированных окрашенных напитков»
16. Лабораторная работа № 16 «Проводимость раствора соли»
17. Лабораторная работа № 17 «Эндотермические реакции. Реакция взаимодействия лимонной кислоты с пищевой содой»
18. Лабораторная работа № 18 «Эндотермические реакции. Реакция между кристаллическими гидроксидом бария и роданидом аммония»
19. Лабораторная работа № 19 «Сравнение теплотворной способности двух видов топлива»
20. Лабораторная работа № 20 «Теплота сгорания»
21. Лабораторная работа № 21 «Анализ почвы»
22. Лабораторная работа № 22 «Влияние температуры на степень гидролиза ацетата натрия»
23. Лабораторная работа № 23 «Гидролиз солей»
24. Лабораторная работа № 24 «Денатурация белка»
25. Лабораторная работа № 25 «Калориметрическое определение теплот нейтрализации кислот»
26. Лабораторная работа № 26 «Калориметрическое определение теплоты растворения соли»
27. Лабораторная работа № 27 «Прямая потенциометрия. Определение значения рН раствора с использованием стеклянного электрода.»
28. Лабораторная работа № 28 «Определение интегральной теплоты растворения соли»
29. Лабораторная работа № 29 «Определение рН и содержания щелочи в растворах потенциометрическим методом.»
30. Лабораторная работа № 30 «Определение тепловой постоянной калориметра»
31. Лабораторная работа № 31 «Определение энтальпии гидратообразования»
32. Лабораторная работа № 32 «Определение энтальпии нейтрализации»
33. Лабораторная работа № 33 «Потенциометрическое определение рН растворов и буферной емкости.»
34. Лабораторная работа № 34 «Признаки химических реакций»
35. Лабораторная работа № 35 «Экспериментальное исследование напряжения разложения водных растворов соляной и серной кислот»
36. Лабораторная работа № 36 «Свойство аммиака»
37. Лабораторная работа № 37 «Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты»
38. Лабораторная работа № 38 «Определение электропроводности растворов сильных и слабых электролитов»
39. Лабораторная работа № 39 «Действие катализаторов»
40. Лабораторная работа № 40 «Коллоидные растворы»

**Лабораторные работы по физике**

1. Лабораторная работа № 1 «Сравнение теплотворной способности двух видов топлива»
2. Лабораторная работа № 2 «Исследование зависимости температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания)»
3. Лабораторная работа № 3 «Измерение удельной теплоемкости твердого тела»
4. Лабораторная работа № 4 «Исследование зависимости температуры кипения от примесей и рода жидкости»
5. Лабораторная работа № 5 «Теплота сгорания»
6. Лабораторная работа № 6 «Дифракция и интерференция света»
7. Лабораторная работа № 7 «Затухающие колебания»
8. Лабораторная работа № 8 «Зарядка и разрядка конденсатора»
9. Лабораторная работа № 9 «ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока»»
10. Лабораторная работа № 10 «Тепловой эффект сгорания топлива»
11. Лабораторная работа № 11 «Измерение калорийности продуктов питания»
12. Лабораторная работа № 12 «Влияние примесей на температуру замерзания»
13. Лабораторная работа № 13 «Плавление и кристаллизация»
14. Лабораторная работа № 14 «Влияние изменения объема на давление воздуха»
15. Лабораторная работа № 15 «Зависимость давления воздуха от его температуры»
16. Лабораторная работа № 16 «Измерение работы и мощности тока в электрической лампе»
17. Лабораторная работа № 17 «Измерение напряжения на различных участках цепи»
18. Лабораторная работа № 18 «Измерение сопротивления проводника при помощи вольтметра и амперметра»
19. Лабораторная работа № 19 «Изучение действия магнитного поля на проводник с током»
20. Лабораторная работа № 20 «Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»
21. Лабораторная работа № 21 «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии. Работа и мощность постоянного тока»
22. Лабораторная работа № 22 «Регулирование силы тока в цепи с помощью реостата.»
23. Лабораторная работа № 23 «Сборка электрической цепи и измерение силы тока на различных ее участках»
24. Лабораторная работа № 24 «Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры»
25. Лабораторная работа № 25 «Исследование изменения со временем температуры остывания воды»
26. Лабораторная работа № 26 «Последовательное и параллельное соединение проводников»
27. Лабораторная работа № 27 «Измерение относительной влажности воздуха»
28. Лабораторная работа № 28 «Изучение электродвигателя постоянного тока (на модели)»
29. Лабораторная работа № 29 «Изучение явления электромагнитной индукции»
30. Лабораторная работа № 30 «Сборка электромагнита и испытание его действия.»
31. Лабораторная работа № 31 «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»
32. Лабораторная работа № 32 «Сборка электрической цепи и измерение силы тока на различных ее участках»
33. Лабораторная работа № 33 «Изучение магнитного поля соленоида»
34. Лабораторная работа № 34 «Определение удельной теплоты плавления льда»
35. Лабораторная работа № 35 «Исследование зависимости давления в жидкости от плотности жидкости и глубины»
36. Лабораторная работа № 36 «Исследование изотермического процесса»
37. Лабораторная работа № 37 «Исследование магнитного поля катушки с током»
38. Лабораторная работа № 38 «Наблюдение скачка при включении лампы накаливания»
39. Лабораторная работа № 39 «Наблюдение отвердевания кристаллического и аморфного твердых тел. Определение температуры плавления кристаллического тела»
40. Лабораторная работа № 40 «Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры»»