

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МИФИ»

А.Д. Бакун, С.Л. Тимошенко, Д.Э. Кравцов, Н.Р. Романов, П.Ю. Кадыков, Д.Н.
Кузнецов, А.Д. Суринович, П.Н. Некрасов,

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ К КУРСУ
«ФИЗИКА ДЛЯ ИНЖЕНЕРА: ПРАКТИКУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ»

Москва 2024

Оглавление

Введение	3
Методика организации и проведения курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике»	7
Методические рекомендации к подбору оборудования для выполнения лабораторных работ	33
Моделирование электронных схем с помощью специализированного ПО	52
Особенности работы с цифровыми измерительными комплексами предпрофессиональной лаборатории.	62
Приложение 1. Шаблон кейсовой задачи	143
Приложение 2. Шаблон оформления лабораторного журнала.	147

Введение

Современная инженерная деятельность немыслима без глубокого понимания физических законов, лежащих в основе работы технических систем и процессов. Развитие инженерной мысли и технологий требует от специалистов не только знаний теоретических основ, но и умений применять их на практике, исследовать и анализировать реальные физические явления. В связи с этим особое значение приобретают практические курсы, такие как "Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике". Данный курс направлен на формирование у обучающихся 10-11 предпрофессиональных инженерных классов компетенций в области экспериментальной физики. Он не только закрепляет теоретические знания, полученные на уроках, но и развивает навыки планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных, а также критического анализа полученных результатов. Практикум позволяет школьникам познакомиться с современным лабораторным оборудованием, овладеть методами измерений и исследования физических процессов, а также понять, как фундаментальные физические принципы применяются в инженерной практике.

Цели и задачи курса

Основной целью курса является формирование у обучающихся 10-11 предпрофессиональных инженерных классов умений и навыков выполнения физических экспериментов и анализа их результатов. Для достижения этой цели курс решает следующие задачи:

1. Ознакомление студентов с современными методами экспериментальной физики и лабораторным оборудованием.
2. Формирование навыков постановки экспериментов, в том числе планирования измерений, учёта возможных погрешностей и анализа их влияния на результат.
3. Развитие аналитических способностей при обработке данных, включая использование статистических методов и современных программных средств.
4. Углубление знаний о физических законах через практическое исследование явлений.

5. Формирование инженерного подхода к решению задач: от моделирования физических процессов до создания инженерных решений на их основе.

Структура курса

Курс включает в себя 24 лабораторные работы и 5 исследовательских кейсов. Лабораторные работы охватывают основные разделы физики, изучаемые в 10-11 профильных классах: механика, молекулярная физика, термодинамика, электричество и магнетизм, оптика, квантовая физика. Каждый раздел включает эксперименты, направленные на изучение ключевых физических явлений и законов, необходимых для понимания современной инженерии. Структура лабораторных работ устроена так, чтоб педагог может подобрать объем изучаемого материала в зависимости от уровня ученика и гибко подстраивать работу на уроке в соответствии со скоростью освоения материала. Исследовательские кейсы ориентированы на развитие проектного мышления у обучающихся 10-11 предпрофессиональных инженерных классов. Они предполагают самостоятельную постановку задачи на основании технического задания, выбор методики её решения, проведение экспериментов и подготовку отчёта. Такая структура позволяет не только изучить физические основы, но и применить их в контексте инженерных задач. Особое внимание уделяется анализу погрешностей и интерпретации экспериментальных данных. Это помогает школьникам понять, что результаты измерений являются не просто числами, а содержат в себе определённую степень неопределённости, которую необходимо учитывать при формулировке выводов.

Роль методических рекомендаций

Методические рекомендации, предлагаемые в данном пособии, призваны стать инструментом для педагогов, обеспечивающим эффективное проведение курса. Они включают в себя:

1. Рабочую программу курса, которая подробно описывает цели, задачи и содержание курса, а также распределение учебных часов по темам и видам деятельности.
2. Контрольные измерительные материалы (КИМ), позволяющие оценить уровень освоения материала студентами. Это тестовые задания, контрольные вопросы и задачи для письменных работ.

3. Рекомендации по выбору оборудования для выполнения лабораторных работ и исследовательских кейсов, учитывающие бюджетные ограничения и доступность оборудования.
4. Инструкции по работе с оборудованием, которые обеспечивают безопасность и эффективность работы студентов в лаборатории.

Новизна и преимущества курса

Разработанный курс отличается от традиционных практикумов рядом преимуществ:

- Интеграция исследовательских задач. Школьники не только выполняют стандартные лабораторные работы, но и решают инженерные кейсы, что позволяет им развивать проектное мышление.
- Использование современного оборудования. Лабораторные работы предполагают использование приборов, которые позволяют проводить точные измерения и моделировать реальные физические процессы. В работах не делается упора на минимизацию и упрощение оборудования в угоду дешевизне и простоте эксперимента, а предполагается использовать технологии, которые приблизят школьника к деятельности современного инженера.
- Включение цифровых технологий. Школьники учатся работать с программами для обработки данных, включая специализированные пакеты для анализа результатов экспериментов. Большая роль в работах уделяется программированию и физическому моделированию, без которых не создаются реальные инженерные системы.
- Междисциплинарный подход. Курс включает задачи, которые требуют применения знаний из разных областей физики, математики, информатики и технологии, что способствует системному мышлению и построению метапредметных связей у учащихся.

Методические рекомендации к курсу "Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике" представляют собой комплексный инструмент для педагогов, направленный на повышение эффективности преподавания и вовлеченности обучающихся 10-11 предпрофессиональных инженерных классов в изучение физики. Реализация курса позволит подготовить будущих

инженеров, способных не только понимать физические законы, но и использовать их для решения актуальных задач науки и техники.

Методика организации и проведения курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике»

1. Шаблон рабочей программы курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике»

Пояснительная записка

Данный курс представляет собой уникальное образовательное пространство, направленное на развитие у обучающихся 10-11 предпрофессиональных инженерных классов ключевых компетенций в области экспериментальной физики. Основная цель курса – формирование устойчивого интереса к физике как прикладной науке, развитие навыков постановки и проведения физических экспериментов, а также укрепление инженерного мышления, необходимого для решения реальных технических задач. Современный мир требует от будущих инженеров не только глубоких знаний физики, но и практических умений, таких как работа с измерительными приборами, анализ данных, интерпретация результатов экспериментов и проектирование технических решений. Этот курс сочетает в себе теоретические основы физики и их применение в реальной экспериментальной деятельности, что позволяет учащимся:

- понять взаимосвязь теории и практики;
- овладеть методами обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием компьютера;
- научиться оценивать погрешности измерений и учитывать их в своих расчётах;
- развить навыки критического мышления и командной работы.

Курс разработан с учётом современных образовательных подходов, ориентированных на практическую деятельность. Основные методы обучения включают:

- Лабораторные работы – основа курса. Учащиеся проводят опыты, собирают данные, анализируют их и делают выводы.
- Проектная деятельность – выполнение мини-проектов, связанных с разработкой и реализацией физических экспериментов. Например, создание приборов для измерения физических величин или исследование физических процессов в окружающем мире.
- Интерактивные лекции и семинары – углубленное изучение теоретических основ для подготовки к выполнению экспериментов.
- Цифровые технологии – использование программного обеспечения для обработки данных (например, электронные табличные редакторы, Python), визуализации результатов и моделирования физических процессов.
- Обучение через ошибки – акцент на самостоятельном выявлении и анализе ошибок в ходе экспериментов, что позволяет лучше понять физические законы и методики их применения.

Знания и навыки, полученные в рамках курса, станут прочной основой для дальнейшего обучения в высших учебных заведениях по инженерным и техническим специальностям. Курс также способствует подготовке к олимпиадам по физике, научным конкурсам и практико-ориентированным проектам. "Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике" – это не только погружение в мир науки и технологий, но и возможность для учащихся раскрыть свои способности, реализовать творческий потенциал и приблизиться к своей мечте стать успешным инженером или учёным. Курс рассчитан на реализацию в профильных 10-11 классах.

Планируемые результаты освоения курса экспериментальной физики

Личностные результаты:

- формирование интереса к познанию физики через эксперимент, исследовательских и изобретательских способностей учащихся;
- убеждённость в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к физике как к элементу общечеловеческой культуры;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- мотивация образовательной деятельности школьников на основе проектно-ориентированного обучения;

- формирование ценностных отношений друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения.

Метапредметные результаты:

- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
- формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;
- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников, и новых информационных технологий для решения поставленных задач;
- развитие монологической и диалоговой речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;
- освоение приёмов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию.

Предметные результаты:

- знания о природе важнейших физических явлений окружающего мира и понимание практического проявления физических законов, раскрывающих связь изученных явлений;
- умения пользоваться методами научного исследования явлений природы, проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты,

обрабатывать результаты измерений, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и формул, обнаруживать зависимости между физическими явлениями, объяснять полученные результаты и делать выводы, выполнять обработку результатов измерений с использованием статистических методов, оценивать погрешности измерений, из-за причины и проявления в эксперименте;

- умения определять физические закономерности, проявляющиеся в опытах, собирать и настраивать экспериментальные стенды и установки по предлагаемым блок-схемам самостоятельно;
- умения наблюдать явления и получать данные по показаниям приборов, оценивать достоверность полученных величин и выявлять источники экспериментальных погрешностей, интерпретировать правильно экспериментальные результаты;
- умения пользоваться различного вида физическими установками, измерительными приборами, проводить сборку и наладку экспериментальных стендов, пользоваться базовыми инженерными принципами для выполнения научно-инженерных проектно-исследовательских работ;
- умения и навыки применять полученные знания для объяснения принципов действия важнейших технических устройств, решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности своей жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды;
- формирование убеждения в закономерной связи и познаваемости явлений природы, в объективности научного знания, высокой ценности науки в развитии материальной и духовной культуры людей;
- развитие теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез, выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы;
- коммуникативные умения докладывать о результатах своего исследования, участвовать в дискуссии, кратко и точно отвечать на вопросы, использовать справочную литературу и другие источники информации.

Требования к уровню подготовки выпускников:

В результате изучения курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике» ученик должен

знать/понимать:

- смысл понятий: физическое явление, физический закон, взаимодействие, прямолинейное равномерное и равноускоренное движение, механические колебания, сила упругости, идеальный газ, тепловой двигатель, насыщенный пар, поверхностное натяжение в жидкости, электростатическое поле, полупроводник, дифракция света, поляризация света;
- смысл физических величин: внутренняя энергия, температура, количество теплоты, влажность воздуха, электрический заряд, сила Кулона, электрическое напряжение и ток, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, электрическая ёмкость, интенсивность света, длина волны, фокусное расстояние;
- смысл физических законов: сохранения механической энергии, сохранения электрического заряда, Ома для участка цепи, Джоуля-Ленца, законы Ньютона, закон Малюса;

уметь:

- описывать и объяснять физические явления: механические колебания, равновесие твердых тел, деформация, изопроцессы в идеальном газе, распространение звуковых волн, плавление, кристаллизацию, электризацию, взаимодействие электрических зарядов, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, электромагнитную индукцию, тепловое действие тока, дифракцию, поляризацию, интерференцию света, фотоэффект;
- использовать физические приборы и измерительные инструменты для измерения физических величин: температуры, влажности воздуха, силы тока, напряжения, сопротивления, работы и мощности электрического тока, времени движения тела, давления, силы, интенсивности света;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости;
- выражать результаты измерений и расчётов в единицах Международной системы (СИ);
- приводить примеры практического использования физических знаний о кинематике и динамике движения тел, принципах молекулярного строения вещества, деформациях твердых тел, поверхностном натяжении

в жидкостях, электростатических полях, конденсаторах, законах постоянного и переменного тока, законах геометрической и физической оптики;

- решать задачи на применение физических законов: сохранения механической энергии и импульса, законов Ньютона, законов термодинамики, законов постоянного и переменного тока;
- проводить оценку результатов физических измерений с использованием базовых принципов математической статистики
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников информации (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета), её обработку и представление в различных формах (словесно, с помощью рисунков и презентаций);
- использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для обеспечения безопасности в процессе жизнедеятельности.

Содержание учебного курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике»

Тематическое планирование курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике» на 36 часов (2 часа в неделю)

№	Название модуля	Количество часов	Лабораторные работы	Контрольные работы
1	Основы физического эксперимента и компьютерной обработки данных	2		№1-2
2	Механика для будущего инженера	6	№1-3	№4
3	Молекулярная физика в науке и инженерии	6	№5-8	№5
4	Исследование электрических цепей	4	№9-11	№6

5	Основы электроники в цифровой лаборатории UniTrain	10	№12-19	№7
6	Оптические системы и технологии	8	№20-24	№8

Тематическое планирование курса «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике» с указанием ЭОР

Тема	Образовательные результаты	ЭОР
Основы физического эксперимента и компьютерной обработки данных	Проводить прямые и косвенные измерения физических величин. Определять абсолютную и относительную погрешность измерений. Определять погрешность косвенных измерений. Выполнять обработку экспериментальных данных с помощью электронных таблиц или программирования на Python	Погрешности измерений https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-11603512?menuReferrer=my_materials Библиотека Matplotlib https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-12452791?menuReferrer=catalogue
Механика для будущего инженера	Знать основные законы механики и их применение в технических системах. Понимать влияние внешних сил на механические системы. Знать механические свойства твердых тел. Определять экспериментально предел прочности материалов.	Промышленная робототехника https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-11407608?menuReferrer=catalogue Колебания математического маятника https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-13438620?menuReferrer=catalogue

		Физика в опытах: механика https://vkvideo.ru/playlist/-226569612_13
Молекулярная физика в науке и инженерии	Знать основные законы молекулярной физики. Понимать, как физические параметры, такие как температура, давление оказывают влияние на работу инженерных систем и применяются в науке и технике. Уметь измерять температуру, давление и объем с помощью измерительных устройств. Понимать, на каких термодинамических принципах работают тепловые и механические устройства, а также уметь определять экспериментально параметры работы таких устройств.	Газовые центрифуги https://rutube.ru/video/7cae66db406380da07e66bfc56dca66d/?playlist=309843 Кипение воды при пониженном давлении https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-3194740?menuReferrer=catalogue Закон Бойля-Мариотта https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-13459070?menuReferrer=catalogue
Исследование электрических цепей	Знать основные законы постоянного тока, физические понятия тока, напряжения, сопротивления цепи. Уметь выполнять расчеты простых электрических цепей с использованием закона Ома и правил Кирхгофа. Понимать принципы работы электроизмерительных приборов и уметь с их помощью снимать	Изучение зависимости сопротивления от температуры https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-10099126?menuReferrer=catalogue Электроизмерительные приборы https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-7410418?menuReferrer=catalogue Шунт и добавочное

	показания.	сопротивление https://uchebnik.mos.ru/material/game_app-226745?menuReferrer=catalogue
Основы электроники в цифровой лаборатории UniTrain	Знать основные законы постоянного и переменного тока, физические понятия резонанса, ёмкости, индуктивности. Понимать принципы работы колебательного контура, полупроводниковых приборов (диода, транзистора, фоторезистора), а также знать их основные параметры и характеристики. Уметь экспериментально измерять характеристики цепи, содержащей полупроводниковые приборы, изучать параметры колебательного контура, работать с осциллографом и генератором сигналов.	Фоторезистор https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-13461393?menuReferrer=catalogue Осциллограф https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-11683630?menuReferrer=catalogue Устройство 3Д принтера https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-10835039?menuReferrer=catalogue
Оптические системы и технологии	Знать основные законы геометрической и физической оптики, понятия дифракции, поляризации, интерференции. Понимать, на каких физических принципах устроена работа современных	Линзы. Фокусное расстояние линз https://drive.google.com/file/d/17J0ye5w9ZcZDVmgJ74Rzo2OQrkLNfpm-/view?usp=share_link Поляризация света https://uchebnik.mos.ru/material/atomic_object-

	оптических устройств. Уметь определять фокусное расстояние собирающих и рассеивающих линз, периода дифракционной решетки, длинны волны излучения по дифракционной картине. Знать понятие спектральной характеристики и уметь экспериментально ее определять с помощью измерительных устройств. Понимать принцип работы атомно-силового микроскопа.	10223594?menuReferrer=catalogue Атомно-силовой микроскоп https://rutube.ru/video/20b215c31736a2e28fcdcde8ec799011/?playlist=309843 Квантовый компьютер https://rutube.ru/video/f09016a0a91c3eb4fe9d0444cbfd6866/?playlist=309843 Физика в опытах: волны и оптика https://vkvideo.ru/playlist/-226569612_8
--	---	--

2. Организация текущего, промежуточного, и итогового контроля результатов освоения программы

Курс «Физика для инженера: практикум по экспериментальной физике», в связи с его практической направленностью, имеет особенности организации текущего, промежуточного, и итогового контроля освоения учебной программы.

Текущий контроль осуществляется в течение занятий во время проведения лабораторных работ. На этом этапе контролируется качество подготовки учащихся к выполнению работ, уровень понимания теоретического материала, связанного с изучаемой темой, знание техники безопасности и особенностей работы с установкой. Текущий контроль позволяет, в первую очередь, недопустить слабо подготовленных учащихся к выполнению работ и снизить риск возможного повреждения экспериментальных установок.

Промежуточный контроль является важным этапом работы, на котором учитель проверяет правильность полученных результатов, их анализа и выводов по результатам работы. Форматы проведения промежуточного

контроля могут отличаться в зависимости от уровня группы, но наиболее предпочтительным является устная беседа по результатам выполнения работ обучающимся. Также возможна реализация промежуточного контроля в виде научного семинара (конференции) на котором учащиеся выполняют доклады по итогам проделанных работ.

Итоговый контроль проводится на основании выполнения и защиты лабораторных работ по каждому из модулей программы. Допускается также использование аналогичного с промежуточным контролем формата устных докладов избранных работ группами учащихся.

Для некоторых тем, таких как основы обработки экспериментальных данных, а также для дополнительного контроля допустимо использовать контрольные работы и опросы, примеры которых приведены в этом разделе.

Контрольная работа №1 Погрешности измерений физических величин и
правила построения графиков

Вариант № 1

1. Какие измерения называют прямыми, косвенными? Приведите примеры. Как находится относительная погрешность?
2. Округлите правильно значения в следующих примерах:

1) 12357 ± 678 см;

2) $366,26 \pm 40$ г;

3) $0,00283 \pm 0,00045$ т

4) $38,78 \cdot 10^{-7} \pm 67,2 \cdot 10^{-8}$ с;

5) $148 \pm 0,078$ м/с.
3. В результате измерения длины кубика были получены значения 78, 81, 79, 83, 80 мм. Определите методом Корнфельда среднее значение и случайную погрешность.
4. С помощью миллисекундомера измерили три раза время падения шарика и получили значения: 4,9; 5,0 и 4,8 мс. Приборная погрешность прибора 0,2 мс. Определите среднее значение, абсолютную и относительную погрешность времени. Запишите окончательный результат, указав значение и погрешности.
5. В таблице представлены результаты измерения давления азота в сосуде от изменения его объема при постоянной температуре ($t = 270$ °С). Погрешность определение давления составляет 7%. Построить график зависимости $p(1/V)$, указать название процесса, определить массу газа в сосуде и оценить ее погрешность, вычислить с помощью графика концентрацию газа при давлении 1,5 атм.

p, атм.	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2
V, см ³	142	122	110	95	78

Контрольная работа №1 Погрешности измерений физических величин и
правила построения графиков

Вариант № 2

1. Какие измерения называют прямыми, косвенными? Приведите примеры. Как находится относительная погрешность?
2. Округлите правильно значения в следующих примерах:

1) 45177 ± 388 мм;

2) $274,46 \pm 20$ с;

3) $0,000674 \pm 0,000036$ м

4) $67,89 \cdot 10^{-7} \pm 49,3 \cdot 10^{-8}$ с;

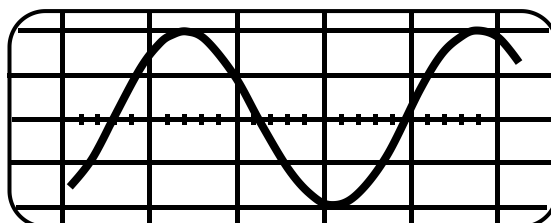
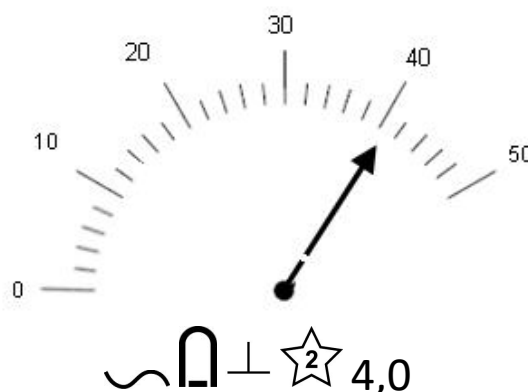
5) $812 \pm 0,087$ м/с.
3. При многократном измерении силы F с помощью динамометра с ценой деления 0,1 Н получены значения (в Н): 4,3; 4,8; 4,3; 4,5; 4,7. Определите методом Корнфельда среднее значение и случайную погрешность.
4. С помощью миллисекундомера измерили три раза время падения шарика и получили значения: 25,9; 25,6 и 26,0 мс. Приборная погрешность прибора 0,5 мс. Определите среднее значение, абсолютную и относительную погрешность времени. Запишите окончательный результат, указав значение и погрешности.
5. В таблице представлены результаты измерения давления кислорода от изменения объема сосуда при постоянной температуре ($t = 70$ °С). Погрешность определение давления составляет 6%. Построить график зависимости $p(1/V)$, указать название процесса, определить количество молекул газа в сосуде и оценить погрешность, вычислить с помощью графика плотность газа при давлении 20 Н/см².

$p, 10$ Н/см ² .	1,4	1,6	1,8	2,2	2,4
V , мл	238	208	184	151	138

Контрольная работа №2 Погрешности электроизмерительных приборов

Вариант № 1

- Округлите правильно значения в следующих примерах
 - 12357 ± 678 см;
 - $274,46 \pm 18$ В;
 - $0,00283 \pm 0,00045$ А
 - $67,89 \cdot 10^{-7} \pm 49,3 \cdot 10^{-8}$ Ф;
 - $0,620 \pm 0,045$ В
- С помощью миллиамперметра измерили три раза силу тока в цепи и получили значения: 7,6; 8,2 и 7,8 мА. Определите среднее значение и погрешность силы тока. Запишите результат измерения, указав относительную погрешность.
- Определить класс точности амперметра с максимальным значением шкалы $I_{\max} = 10$ мА для измерения силы тока в диапазоне $I = (5 \dots 10)$ мА так, чтобы относительная погрешность измерения не превышала 1%.
- На рисунке показан вольтметр. Определите значение и погрешность измеряемого вольтметром напряжения, если предел измерения прибора 150 В. Используя обозначения на вольтметре, запишите его технические характеристики.
- На рисунке показан исследуемый сигнал на экране осциллографа. На рисунке также изображен переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно большое деление экрана осциллографа. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (на рисунке он не изображен) находится в положении «0,5». Определите частоту колебаний и действующее значение напряжения.

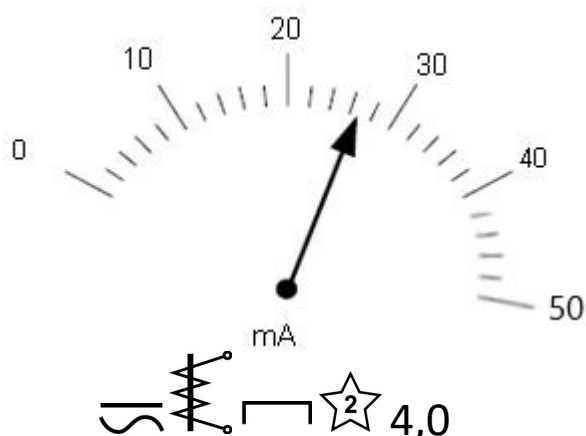


Контрольная работа №2 Погрешности электроизмерительных приборов

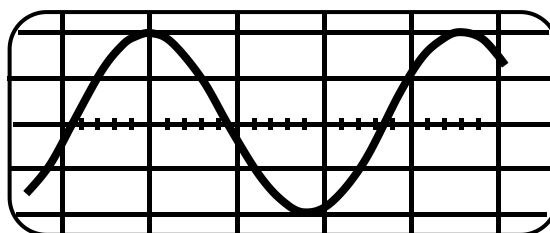
Вариант №2

- Округлите правильно значения в следующих примерах
 - $35769 \pm 283 \text{ В}$;
 - $452,15 \pm 0,52 \text{ Ом}$;
 - $0,00839 \pm 0,00046 \text{ А}$
 - $44,12 \cdot 10^{-6} \pm 73,2 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$;
 - $704,44 \pm 17 \text{ В}$.
- С помощью амперметра измерили три раза силу тока в цепи и получили значения: 4,40; 4,52 и 4,60 мА. Определите относительную погрешность измерения, если приборная погрешность амперметра 0,02 мА.
- Определить какой прибор больше подходит для измерения напряжения $U = 20 \text{ В}$, если для измерения использованы два вольтметра. Первый вольтметр рассчитан на 75 В и имеет класс точности 0,5, а второй – 30 В и класс точности 1,0.

- На рисунке показан амперметр. Определите значение и погрешность измеряемого амперметром тока, если предел измерения прибора 20 мА. Используя обозначения на амперметре, запишите его технические характеристики.



- На рисунке показан исследуемый сигнал на экране осциллографа. На рисунке также изображен переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно большое деление экрана осциллографа. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (на рисунке он не изображен) находится в положении «2». Определите частоту колебаний и действующее значение напряжения.



Контрольная работа №3 Электрические измерения

Вариант №1

1. Исправьте ошибки в данных примерах:

1) 62257 ± 480 м;

2) $248 \pm 0,078$ А

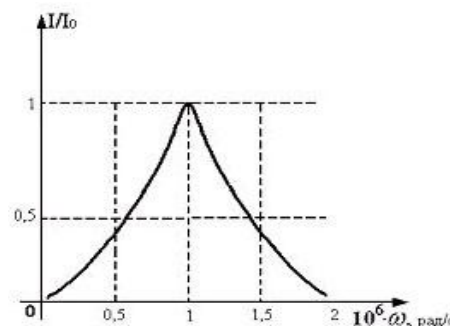
3) $0,00571 \pm 0,00045$ Гц

4) $67,89 \cdot 10^{-7} \pm 49,3 \cdot 10^{-8}$ с;

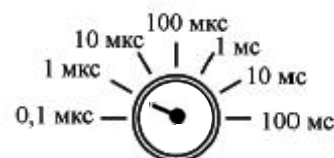
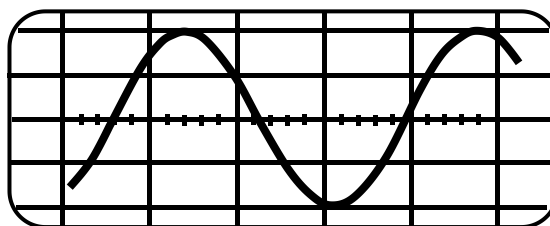
5) $184,46 \pm 0,43$ В

2. Величина x равна единице с точностью до 8%, независимая величина y равна единице с точностью до 4%. С какой точностью равно единице их отношение?

3. На рисунке представлена зависимость относительной амплитуды вынужденных силы тока в катушке индуктивностью 1 мГн в включенной в колебательный контур. Емкость конденсатора этого контура равна ...



4. На рисунке изображён переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно деление экрана осциллографа. Определите, чему равен период колебаний.



5. Даны отсчёты значений постоянного тока I и активного сопротивления R , через которое протекает этот ток. Получить среднее значение и погрешность прямых измерений тока и сопротивления. С помощью косвенных измерений найти значение мощности, рассеянной на сопротивлении и оценить его погрешность. Сделать вывод о согласии результатов измерений мощности и предполагаемого теоретического значения.

I , мкА	311	331	324	316	329
R , кОм	18	16	19,5	22,0	21,4

$P_{\text{теор}} = 1,8$ мВт.

Контрольная работа №3 Электрические измерения

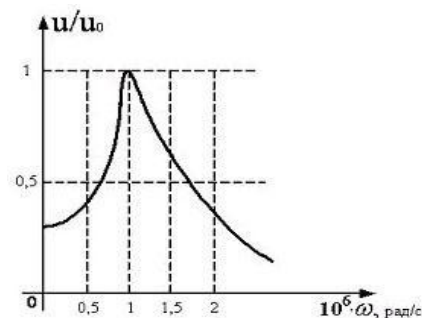
Вариант №2

1. Исправьте ошибки в данных примерах:

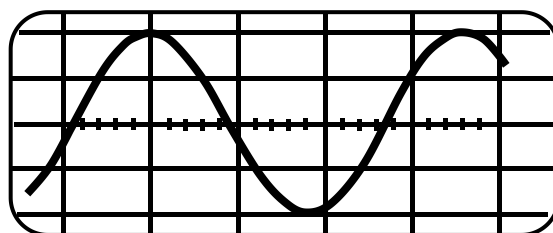
- 1) $45869 \pm 383 \text{ A}$; 2) $672,35 \pm 0,42 \text{ мм}$;
 3) $0,00839 \pm 0,00046 \text{ км}$ 4) $408 \pm 0,65 \text{ A}$;
 5) $53,12 \cdot 10^{-7} \pm 64,2 \cdot 10^{-8} \text{ с}$;

2. Величина x равна единице с точностью до 6%, независимая величина y равна единице с точностью до 14%. С какой точностью равно единице их произведение?

3. На рисунке представлена зависимость амплитуды вынужденных колебаний напряжения на конденсаторе емкостью 1 нФ, включенного в колебательный контур. При малом затухании индуктивность этого контура равна ...



4. Также на рисунке изображён переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно деление экрана осциллографа. Определите, чему равен период колебаний.



5. Даны отсчеты значений постоянного тока I и активного сопротивления R , через которое протекает этот ток. Получить среднее значение и погрешность прямых измерений тока и сопротивления. С помощью косвенных измерений найти значение мощности, рассеянной на сопротивлении и оценить его погрешность. Сделать вывод о согласии результатов измерений мощности и предполагаемого теоретического значения.

$I, \text{мА}$	145	153	150	158	149
$R, \text{Ом}$	21,5	20,0	18,5	21,0	19,0

$$P_{\text{теор}} = 450 \text{ мВт.}$$

Контрольная работа №4 Механика для будущего инженера

Вариант 1

1. Эффективное ускорение определяется по формуле:
 - a) $a_{eff} = g + \frac{m}{F}$
 - b) $a_{eff} = g + \frac{F}{m}$
 - c) $a_{eff} = g$
 - d) $a_{eff} = \frac{m}{F}$
2. Что называется диаграммой деформирования?
 - a) Зависимость напряжения от относительного удлинения тела
 - b) Зависимость напряжения от длины тела
 - c) Зависимость силы упругости от относительного удлинения тела
3. Что такое гелиографическая широта?
 - a) Нулевой меридиан на Солнце
 - b) Экватор на Солнце
 - c) Общее обозначение широт на Солнце.
4. Как определяется угловое расстояние, пройденное Солнцем за определенный промежуток времени?
 - a) Разность долгот
 - b) Разность широт
 - c) Отношение долготы, в которой находится Солнце в данный промежуток времени на радиус
 - d) Отношение широты, в которой находится Солнце в данный промежуток времени на радиус
5. Груз массой 4 кг, подвешенный на легком тросе, поднимают вертикально вверх с ускорением, модуль которого равен 2 м/с^2 и направленным вверх. Чему равен модуль силы натяжения троса?
6. Шарик на нити длиной 50 см вращается по окружности с частотой 120 об/мин. Чему равна линейная скорость шарика?

Контрольная работа №4 Механика для будущего инженера

Вариант 2

1. Эффективное ускорение определяется по формуле:
 - a) $a_{eff} = g + \frac{m}{F}$
 - b) $a_{eff} = g + \frac{F}{m}$
 - c) $a_{eff} = g$
 - d) $a_{eff} = \frac{m}{F}$
2. Что называется областью упругой деформации?
 - a) Диапазон сил, в котором выполняется закон Гука
 - b) Диапазон сил и деформаций, в котором выполняется закон Гука
 - c) Диапазон сил и деформаций, в котором не выполняется закон Гука
 - d) Диапазон деформаций, в котором выполняется закон Гука
3. От чего зависит частота обращения Солнца?
 - a) От угловой долготы Солнца
 - b) От угловой широты Солнца
 - c) От расположения нулевого меридиана
4. От чего зависит угловая долгота?
 - a) От расстояния до нулевого меридиана
 - b) От расстояния до экватора
 - c) От расстояния до угловой долготы
5. Груз массой 3 кг, подвешенный на легком тросе, поднимают вертикально вверх с ускорением, модуль которого равен 1 м/с^2 и направленным вверх. Чему равен модуль силы натяжения троса?
6. Шарик на нити длиной 60 см вращается по окружности с частотой 210 об/мин. Чему равна линейная скорость шарика?

Контрольная работа №5 Молекулярная физика и термодинамика в науке и инженерии

Вариант 1

1. Из каких процессов состоит цикл идеальной тепловой машины?
 - a) Двух адиабат и двух изохор
 - b) Двух адиабат и двух изотерм
 - c) Двух адиабат и двух изобар
2. Какой прибор используется для измерения объемного расширения тел?
 - a) Дилатометр
 - b) Гигрометр
 - c) Акселерометр
 - d) Масс-спектрометр
3. С повышением внешнего давления температура кипения...
 - a) Повышается
 - b) Понижается
 - c) Остается неизменной
4. Для перевода из шкалы градуса Цельсия в градусы Кельвина необходимо...
 - a) Вычесть 273
 - b) Прибавить 300
 - c) Прибавить 273
 - d) Вычесть 300
5. Двигатель трактора совершил полезную работу 23 МДж, израсходовав при этом 2 кг бензина. Найдите КПД двигателя трактора (удельную теплоту сгорания бензина принять равной 46 МДж/кг). Ответ дайте в %.
6. Воду какой массы можно нагреть от 25 °С до кипения, сообщив ей 630 кДж теплоты? Ответ запишите в килограммах.

Контрольная работа №5 Молекулярная физика и термодинамика в науке и инженерии

Вариант 2

1. Из каких процессов состоит цикл идеальной тепловой машины?
 - а) Двух изохор и двух адиабат
 - б) Двух изохор и двух изотерм
 - с) Двух изохор и двух изобар
2. Какой прибор используется для измерения объемного расширения тел?
 - а) Счётчик Гейгера
 - б) Психрометр
 - с) Акселерометр
 - д) Дилатометр
3. С понижением внешнего давления температура кипения...
 - а) Повышается
 - б) Понижается
 - с) Остается неизменной
4. Для перевода из шкалы градуса Кельвина в градусы Цельсия необходимо...
 - а) Вычесть 273
 - б) Прибавить 300
 - с) Прибавить 273
 - д) Вычесть 300
5. Двигатель трактора совершил полезную работу 46 МДж, израсходовав при этом 3 кг бензина. Найдите КПД двигателя трактора (удельную теплоту сгорания бензина принять равной 46 МДж/кг). Ответ дайте в %.
6. Воду какой массы можно нагреть от 16 °С до кипения, сообщив ей 430 кДж теплоты? Ответ запишите в килограммах.

Контрольная работа №6 Исследование электрических цепей

Вариант 1

1. Какое ускорение приобретают электроны под действием электрического поля?

a) $a = \frac{eI}{mU}$

b) $a = \frac{eU}{ml}$

c) $a = \frac{eI}{mk}$

d) $a = \frac{ek}{ml}$

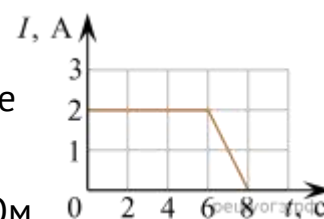
2. Как меняется линейное сопротивление проводника с возрастанием температуры?

a) Увеличивается

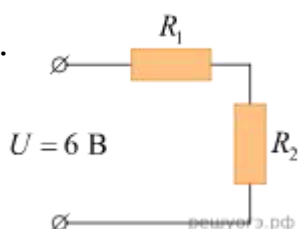
b) Уменьшается

c) Не изменяется

3. Используя график зависимости силы тока I от времени t определите, какой заряд прошёл через поперечное сечение проводника за 8 с.



- 4.



Резисторы $R_1 = 1 \text{ Ом}$ и $R_2 = 2 \text{ Ом}$ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 6 \text{ В}$ так, как показано на схеме. Какая мощность выделяется в резисторе R_2 ?

5. Что является носителем зарядов в полупроводниках?

a) Электроны и дырки

b) Электроны

c) Ионы

d) Электроны и ионы.

6. Три резистора, сопротивления которых: $R_1 = 3 \text{ Ом}$; $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и $R_3 = 9 \text{ Ом}$, соединены последовательно. Вольтметр, подключенный параллельно второму резистору, показывает напряжение 12 В. Чему равно напряжение (в В) на всем участке цепи? Вольтметр считать идеальным.

Контрольная работа №6 Исследование электрических цепей

Вариант 2

1. Какое ускорение приобретают электроны под действием электрического поля?

a) $a = \frac{eI}{mU}$

b) $a = \frac{eU}{ml}$

c) $a = \frac{eI}{mk}$

d) $a = \frac{ek}{ml}$

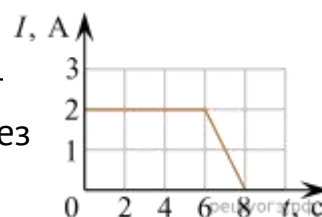
2. Как меняется линейное сопротивление проводника с уменьшением температуры?

a) Увеличивается

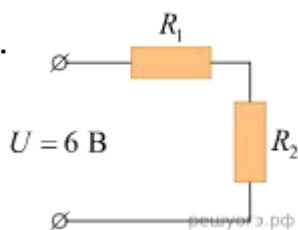
b) Уменьшается

c) Не изменяется

3. Используя график зависимости силы тока I от времени t определите, какой заряд прошёл через поперечное сечение проводника за 7 с.



4. Резисторы $R_1 = 2 \text{ Ом}$ и $R_2 = 1 \text{ Ом}$ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 8 \text{ В}$ так, как показано на схеме. Какая мощность выделяется в резисторе R_2 ?



5. Что является носителем зарядов в металлах?

a) Электроны и дырки

b) Электроны

c) Ионы

d) Электроны и ионы.

6. Три резистора, сопротивления которых: $R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 8 \text{ Ом}$ и $R_3 = 10 \text{ Ом}$, соединены последовательно. Вольтметр, подключенный параллельно второму резистору, показывает напряжение 12 В. Чему равно напряжение (в В) на всем участке цепи? Вольтметр считать идеальным.

Контрольная работа №7 Основы электроники в цифровой лаборатории
UniTrain

Вариант 1

1. Для чего используется DC-анализ?
2. Дайте определение терморезистора. Для чего он используется в научно-технической сфере?
3. В каких фоторезисторах применяются нелегированные материалы?
 - а) С внутренним фотоэффектом
 - б) С внешним фотоэффектом
4. Вставить пропуски:

чем меньше активное сопротивление контура, тем _____ амплитуда тока при резонансе и тем _____ выражен максимум на резонансной кривой
5. Имеется два электрических нагревателя одинаковой мощности – по 400 Вт. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на 40 °С, если нагреватели будут включены в электросеть последовательно? Потерями энергии пренебречь.
6. Электровоз, работающий при напряжении 3 кВ, развивает при скорости 12 м/с силу тяги 340 кН. КПД двигателя электровоза равен 85%. Чему равна сила тока в обмотке электродвигателя?

Контрольная работа №7 Основы электроники в цифровой лаборатории
UniTrain

Вариант 2

1. Для чего используется АС-анализ?
2. Дайте определение фоторезистора. Для чего он используется в научно-технической сфере?
3. В каких фоторезисторах применяются легированные материалы?
 - а) С внутренним фотоэффектом
 - б) С внешним фотоэффектом
4. Вставить пропуски:

чем больше активное сопротивление контура, тем _____ амплитуда тока при резонансе и тем _____ выражен максимум на резонансной кривой
5. Имеется два электрических нагревателя одинаковой мощности – по 400 Вт. Сколько времени потребуется для нагревания 2 л воды на 35 °С, если нагреватели будут включены в электросеть последовательно? Потерями энергии пренебречь.
6. Электровоз, работающий при напряжении 4 кВ, развивает при скорости 10 м/с силу тяги 350 кН. КПД двигателя электровоза равен 80%. Чему равна сила тока в обмотке электродвигателя?

Контрольная работа №8 Оптические системы и технологии

Вариант 1

1. Условие max интерференции?
 - a) $\Delta\varphi = \pm 2m\pi$
 - b) $\Delta\varphi = \pm (2m + 1)\pi$
2. За что отвечает временная когерентность?
3. Сформулируйте закон отражения света
4. Тонкая собирающая линза, фокусное расстояние которой F , дает мнимое изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
5. Линза дает действительное равное изображение предмета, находящегося на главной оптической оси линзы на расстоянии 40 см от ее центра. Каково фокусное расстояние этой линзы? Ответ запишите в сантиметрах.

Вариант 2

1. Условие min интерференции?
 - a) $\Delta\varphi = \pm 2m\pi$
 - b) $\Delta\varphi = \pm (2m + 1)\pi$
2. За что отвечает пространственная когерентность?
3. Сформулируйте закон преломления света
4. Тонкая собирающая линза, фокусное расстояние которой F , дает мнимое изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
5. Линза дает действительное равное изображение предмета, находящегося на главной оптической оси линзы на расстоянии 50 см от ее центра. Каково фокусное расстояние этой линзы? Ответ запишите в сантиметрах

Методические рекомендации к подбору оборудования для выполнения лабораторных работ

1. Механика для будущего инженера

Для проведения лабораторных работ модуля понадобится стандартный набор лабораторного физического оборудования, имеющийся в любом кабинете физики. Наиболее оптимально использовать Универсальный комплект для ГИА/ЕГЭ, т.к. в его составе имеется все необходимое оборудование. Также лабораторные работы можно провести в виде демонстраций, в таком случае их реализация возможна и на стандартном демонстрационном оборудовании кабинета физики.



Рисунок 2.1.1.
Пример комплекта
оборудования

Лабораторная работа №1 Измерения линейных размеров тел

Работа предполагает изучение особенностей использования измерительных приборов с шкалой, в связи с чем рекомендуется иметь набор различных измерительных инструментов, обладающих разной степенью точности. В работе предполагается использование штангенциркуля с точностью не более 0,1 мм. Рекомендуемая точность штангенциркуля - 0,05 мм. В качестве дополнительного оборудования возможно использование микрометра или изготовление его модели самостоятельно с помощью шпильки и нескольких гаек для демонстрации принципа работы. Рекомендуется иметь в наличии линейку строительную с делениями по 0,5 мм для демонстрации того, как меняется точность эксперимента даже с использованием простых приборов с более точной шкалой. В качестве объекта измерения можно использовать любой стандартный цилиндр из комплекта физического оборудования, или иной цилиндрический предмет, например мензурку.

Работа может выполняться фронтально, как введение в лабораторный практикум, а также может быть выдана в качестве домашней работы после изучения темы «Основы обработки данных физических экспериментов». При выполнении работы наилучшим способом усвоить теоретический материал

темы «Основы обработки данных физических экспериментов» является расчёт всех результатов на калькуляторе, без применения электронных таблиц или программирования.

Лабораторная работа №2 Изучение колебаний математического маятника в магнитном поле

В работе будет изучаться влияние магнитного поля на движение математического маятника. При подготовке работы стоит учесть, что при использовании слабого магнита для получения реального влияния придётся приближать груз маятника слишком близко, что может привести к его касанию к магниту. Намагничивание груза может привести к нарушению работы установки. Стоит отметить, что груз маятника должен быть металлический (шарик, гайка, груз 100 г) чтобы магнитное поле оказывало на него влияние. В связи с тем, что под воздействием поля груз может совершать не только продольные, но и поперечные колебания рекомендуется использовать для маятника бифилярный подвес (см. рисунок).

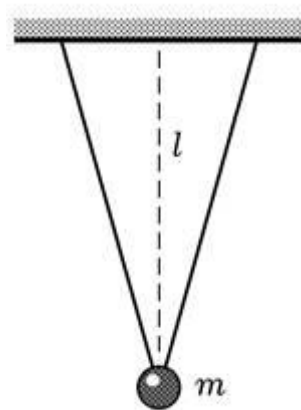


Рисунок 2.1.2.
Бифилярный подвес

В работе предполагается использование груза массой не более 100 г. Для организации подвеса наилучшим образом подойдёт не кручёная нить в связи с тем, что дополнительное вращение груза также может оказывать влияние на эксперимент. Длина маятника может быть подобрана учащимися самостоятельно исходя из имеющихся условий эксперимента. Для экспериментального измерения периода колебаний следует использовать секундомер. Цена деления большинства секундомеров составляет 0,01 с, по этой причине приборной погрешностью можно пренебречь. Однако основной вклад вносит именно случайная погрешность измерения времени. Для её снижения в работе предлагается определять не период колебаний, а время полных 5 колебаний маятника, а затем вычислять период. В качестве секундомера возможно использовать телефон или планшет, при его наличии.

Лабораторная работа №3 Изучение деформации материалов

Установка представляет собой разрывную машину - станину с крепежом, установленным цифровым штангенциркулем для определения линейного перемещения, осуществляемого винтом в верхней части установки, и закреплённым динамометром. На установку могут монтироваться крепежные элементы для давления на образец плоскостью, клином, острием, а также крючки для подвеса проволоки/верёвки для работы на разрыв. Динамометр имеет предел измерения 50 Н и имеет функцию переключения единиц

измерения на граммы и унции. Динамометр имеет несколько режимов работы - в одном он показывает непрерывное значение, в другом - фиксирует максимальный результат при снятии нагрузки. Динамометр работает как от автономного источника питания, так и от сети 220 В. Цифровой индикатор штангенциркуля, измеряющего линейные перемещения работает от батарей. Перемещение динамометра осуществляется регулировочным винтом в верхней части установки. В связи с особенностями установки, не рекомендуется использовать в эксперименте толстую проволоку (разрывная способность которой превышает 50 Н). Возможно



Рисунок 2.1.3. Разрывная машина

использование проволоки нихрома и константана их «Универсального комплекта по физике ГИА/ЕГЭ», а также тонкую медную или алюминиевую проволоку. При креплении проволоки стоит учесть ее деформацию при закручивании узла. Допустимый вариант - подготовка образцов с закрепленной проволокой (например, стянутой вокруг винта и зажатая гайкой, или закрученная узлом. Закрепление проволоки является творческим процессом для учащихся и выполняется индивидуально/группой. При выполнении лабораторной работы используются крючки на разрывной машине, за которые будет осуществляться крепление проволоки. Предпрофессиональная лаборатория оснащается разрывной машиной в количестве 1 шт, в связи с чем методика работы может быть устроена следующим образом: учащиеся занимаются оформлением работы и предварительными измерениями (длина, диаметр, масса и т.д. для проволоки), а также выбирают способ её закрепления на разрывной машине, а далее по очереди подходят к столу учителя и проводят измерения с своим образцом. В связи с тем, что закрепления проволоки будут индивидуальными, за процессом измерения можно следить всем классом, тем самым давая повод обсудить оптимальный способ закрепления образцов на разрывной машине. В случае отсутствия проволоки можно провести подобную работу с нитью, однако следует учесть разницу в материале при выполнении работы.

Лабораторная работа №4 Определение периода вращения солнца. Основы астрономических наблюдений

Лабораторная работа является дополнительной для блока «Механика для будущего инженера» и во многом выполняется теоретически, с помощью изображений солнечных пятен. Работу можно выполнять как с помощью распечатанных изображений солнечных пятен, так и с помощью компьютера. Для классов или учеников, профилирующихся в области астрономии или астрофизики имеется дополнительное задание, выполнение которого возможно с помощью телескопа и специального комплекта для наблюдения за солнцем. Выполнение работы с телескопом без специальной приставки для наблюдения за солнцем невозможно и опасно как для техники, так и для обучающихся. Картинки с солнечными пятнами в разное время года/месяца/недели можно взять с популярных астрономических ресурсов, например:

- https://xras.ru/active_areas.html
- <https://www.spaceweather.live/ru/solnechnaya-aktivnost/gruppy-solnechnyh-pyaten.html>

Кейс №1 Исследование технологических параметров FDM печати

Кейсовая работа хоть и не является строго уникальной, несёт важный смысл для понимания физических основ 3Д печати, которые оказывают влияние на прочность получаемых деталей. Важно обратить внимание не на технологические особенности производства выбранных деталей, а на физику, которая лежит в основе прочности конструктивных элементов, изготовленных тем или иным способом. При изготовлении деталей следует учесть ограничения, имеющиеся у разрывной машины, а именно на вес 50 Н, который можно приложить к объекту. При работе с машиной следует использовать плоскую насадку для надавливания на объекты, а также изготавливать сами объекты соответствующих размеров. Примеры деталей приведены в дополнительных материалах к пособию.

2. Молекулярная физика в науке и инженерии

При выполнении лабораторных работ модуля основным элементом является вакуумная камера с возможностью откачки воздуха (ручным насосом с клапаном или насосом Комовского). Допускается использовать любую доступную вакуумную камеру, позволяющую наблюдать процессы, происходящие внутри. В качестве насоса можно использовать шприц Жане (объемом 150 мл или больше) и соответствующий клапан, спускающий воздух

при сжатии поршня. Остальные детали для выполнения работ должны быть либо в стандартных комплектах по термодинамике и молекулярной физике, либо в кабинетах химии. Работы этого модуля можно выполнять в индивидуальном формате, организовав несколько рабочих мест под каждую из работ, которые учащиеся будут выполнять по индивидуальному расписанию. Последовательность при выполнении работ соблюдать не требуется, в связи с чем каждая группа учеников может работать по своему расписанию.

Лабораторная работа №5 Объёмное расширение жидкостей

Хотя в работе и изучается понятный и важный процесс объёмного расширения жидкостей, стоит заметить, что наблюдение этого процесса может оказаться затруднено. В большом сосуде может быть слабо заметно расширение жидкости при охлаждении от температуры кипения до комнатной, а при использовании тонкой трубки (капилляра) влияние будут также оказывать силы поверхностного натяжения. Рекомендуется для работы использовать трубку среднего диаметра или тонкую пробирку, которая позволит, с одной стороны, увидеть расширение, с другой - не учитывать силы поверхностного натяжения. Кроме того, т.к. процесс остывания проходит достаточно быстро, следует периодически менять воду в внешнем сосуде на холодную для продолжения процесса остывания, или охлаждать рабочий сосуд проточной водой постоянной температуры. Для нанесения отметок на пробирке лучше использовать смывающийся маркер или восковой карандаш, который не оставляет следов.

Лабораторная работа №6 Кипение воды при пониженном давлении

В работе изучается процесс кипения воды внутри вакуумной камеры, из которой откачивается воздух. Следует обратить внимание, что из-за высокой температуры жидкости стенки камеры будут нагреваться, а также на них будет конденсироваться влага. Между измерениями, по возможности необходимо убирать из камеры конденсат, а также охлаждать её стенки. Процесс остывания воды идёт достаточно быстро, в связи с чем откачку воздуха также надо проводить без задержек, чтобы считать температуру постоянной. Возможен вариант размещения термометра в ёмкости с жидкостью, если размеры камеры это позволяют. Стоит учесть, что за счёт быстрого остывания воды, измеряемая зависимость температуры кипения от давления будет скорее качественная, т.к. погрешности измерения температуры окажутся достаточно велики. Эксперимент следует проводить крайне аккуратно, иначе зависимость может быть не получена в принципе.

Для измерений стоит выбрать сосуд с достаточным количеством воды, чтобы избежать её быстрого остывания.

Лабораторная работа №7 Изотерма идеального газа

Методика выполнения работы предполагает выполнение измерений давления в вакуумной камере при откачке равных порций воздуха. Главное требования для обеспечения выполнения работы - наличие манометра, подключённого непосредственно к камере. Также следует внимательно отнестись к проверке герметичности камеры перед проведением измерений. Для откачки воздуха следует использовать насос, сделанный из шприца с шкалой объёма для обеспечения откачки равных порций воздуха. Из за требования по измерению откачиваемого объёма, иные насосы для выполнения данной работы не подходят.

Лабораторная работа №8 Изучение газового термометра

В работе изучается способ измерения температуры косвенным способом, на основе измерения давления и последующего пересчёта (или калибровки по контрольному термометру). Классический газовый термометр изготавливается из металлической ёмкости с инертным газом и подключённому к ней манометру. В нашем случае в качестве газа будет использоваться обычный воздух. В качестве ёмкости для газового термометра можно использовать либо готовый комплект, состоящий из полого металлического шара с резьбой для подключения манометра, либо самодельное устройство, состоящее из стеклянной колбы с пробкой и выходящей из неё трубки, подключённой либо к стрелочному, либо к жидкостному U-образному манометру (в случае его отсутствия, можно использовать прозрачную трубку, закреплённую на линейке). В случае самостоятельной сборки модели газового манометра следует учесть, что для работы прибора необходима строгая герметичность используемой ёмкости. Для калибровки рекомендуется использовать жидкостный термометр, однако работа с электронным тоже допустима. Эксперимент можно также автоматизировать, если использовать цифровую лабораторию с совмещённым датчиком температуры и давления.

Кейс №2 Термодинамические характеристики двигателя Стирлинга

Для выполнения кейсовой работы учащимся придётся в первую очередь сконструировать модель двигателя Стирлинга. Однако, чтобы больше внимания уделить физическим особенностям его работы, возможно использовать готовую модель двигателя, при её наличии в кабинете физики. Для упрощения этапа конструирования в дополнительных материалах к пособию можно найти готовый набор моделей для 3Д печати и сборки

работающей модели двигателя Стирлинга. В кейсовой задаче рекомендуется использовать датчики Arduino или цифровые лаборатории для удобного получения данных и их последующей обработки.

3. Исследование электрических цепей

Модуль, посвященный электрическим цепям, является вводным к второму модулю по основам электроники, в связи с чем может выполняться как с использованием обычного школьного лабораторного оборудования, так и на базе лабораторного стенда UniTrain или аналогов. В первом случае рекомендуется в качестве измерительных приборов использовать мультиметры, т.к. навык их использования может пригодиться ученикам как в быту, так и на олимпиадах по физике и робототехнике (а также в проектной деятельности). В случае отсутствия нужного количества мультиметров подойдут и другие измерительные приборы, такие как обычные цифровые лаборатории с модулями измерения тока и напряжения, а также простые стрелочные приборы. Если в кабинете физики имеется лабораторный комплект для изучения постоянного тока, скорее всего все необходимые детали для этого модуля найдутся в его составе. В случае работы с цифровыми лабораториями или стендом UniTrain рекомендуется использовать для сборки схем безопасные макетные платы и набор электронных компонент. Как и в предыдущем модуле, нет строгого требования к последовательному выполнению работ, однако предлагаемый формат работы с макетной платой допускает выполнение всех лабораторных работ фронтально.

Лабораторная работа №9 Исследование резистивного делителя напряжения

В работе изучается схема делителя напряжения, собирающаяся из двух последовательных резисторов. Рекомендуется использовать номиналы резисторов от сотен Ом до десятков кОм, напряжение питания не более 5 В. Подбор номиналов резисторов можно использовать как элемент индивидуализации в случае выполнения работы фронтально.

Лабораторная работа №10 Изучение температурной зависимости сопротивления проводника

В работе изучается температурная зависимость сопротивления проводника на примере нагрева нити накала лампы. Наилучшим образом для выполнения работы подходят лампы накала низкой мощности с напряжением питания до 12 В. Для удобного размещения на макетной плате можно использовать лампы с разъёмом G12. Используемые лампы должны иметь прозрачную колбу для удобства наблюдения за цветом

нити накаливания. Для точности выставления цвета нити необходимо использовать источник питания с плавной регулировкой, или дополнительный потенциометр (реостат) для выполнения подобных настроек. Для работы на стенде UniTrain рекомендуется использовать источник напряжения V1.

Лабораторная работа №11 Определение сопротивления по схеме измерительного моста (Моста Уитстона)

В основе работы лежит принцип баланса сопротивлений, в связи с чем выбор номиналов резисторов может быть практически произвольный в пределах до сотен кОм. Рекомендуется использовать потенциометр номиналом не более 1 кОм. Подбор остальных резисторов мостовой схемы можно использовать как элемент индивидуализации при выполнении лабораторной работы фронтально. Напряжение питания может быть произвольным, однако рекомендуется не превышать значение в 15 В для минимизации риска повреждения резисторов при выполнении работы. В случае использования цифровых измерительных приборов следует учитывать, чтоб достижение значения полного нуля по току или напряжению при балансировке моста невозможно из-за наличия шумов в схеме.

Кейс №3 Увеличение предела измерения электроизмерительных приборов. Шунтирование амперметра

Данная кейсовая задача хотя и отличается некоторой простотой, однако имеет важное значение для понимания принципов работы цифровых измерительных устройств, а также моделирования в специализированном ПО. Для простоты реализации рекомендуется использовать стрелочные приборы. Более продвинутые школьники могут выполнить этот же кейс, используя мультиметры и плату Arduino. Ограничений по выбору электронных компонент нет, однако рекомендуется при выборе напряжения питания цепи ориентироваться на наиболее часто используемые в электронике значения напряжения 5 В или 3,3 В.

4. Основы электроники в цифровой лаборатории UniTrain

В этом модуле рассматриваются базовые работы, позволяющие познакомиться учащимся с физическими основами электроники, с приборами и методиками, использующимися при конструировании электронных схем. Для полноценной работы в этом модуле потребуется лабораторный стенд UniTrain или аналогичное устройство. В случае отсутствия подобных устройств, потребуется дополнительный набор приборов, таких как генератор сигналов

специальной формы (низкочастотный), осциллограф двухканальный, микроамперметр. Кроме того, в работах будет использоваться более широкий набор электронных компонент, таких как конденсаторы и индуктивности, фоторезисторы и терморезисторы. В случае, если этих компонент нет в большом количестве, рекомендуется собрать несколько комплектов для каждой из лабораторных работ и выдавать их учащимся перед началом работы. Сборку схем рекомендуется также проводить на макетной плате.

Лабораторная работа №12 Изучение NTC и PTC терморезисторов

В работе изучаются терморезисторы с положительным и отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. Хотя в прошлом модуле была работа, посвящённая температурной зависимости сопротивления, терморезисторы изучаются отдельно в связи с их частым использованием в различных приборах, а также из-за особенностей строения этих приборов и физических принципов функционирования. Для работы подойдут любые доступные NTC (Negative temperature coefficient) и PTC (Positive temperature coefficient) терморезисторы. В работе предполагается измерять ток и напряжения в цепи в связи с тем, что амперметры и вольтметры более доступны в школьной предпрофессиональной лаборатории, нежели омметры, а также это позволяет добиться большей точности результата.

Лабораторная работа №13 Измерение характеристик фоторезистора

В работе изучается фоторезистор как прибор, широко используемый в робототехнических системах как датчик освещённости. Важным элементом работы является то, что получение зависимости сопротивления от освещённости формирует понимание того, как используется этот прибор в электрических цепях. Для работы подойдет фоторезистор любого номинала, а также лампа накаливания (позволяющая регулировать интенсивность света). Следует обратить внимание, что для получения корректных показаний в работе следует проводить измерения, закрывая фоторезистор и лампу светонепроницаемым кожухом. Рекомендованные значения напряжения в цепи 3,3 В или 5 В.

Лабораторная работа №14 Изучение явления резонанса в последовательном колебательном контуре

Для лабораторной работы по изучению резонанса в последовательном колебательном контуре нужно подобрать параметры индуктивности (L), ёмкости (C) и сопротивления (R), чтобы резонансная частота (f_0) была в доступном диапазоне частот генератора низкой частоты, например 50 Гц–5 кГц.

Резонансная частота определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

где f_0 – резонансная частота (Гц); L – индуктивность (Гн); C – ёмкость (Ф).

Для низких частот удобно использовать номинаты индуктивности в миллигенри и ёмкости в микрофарадах. С учётом распространённости элементной базы, лучше в расчётах отталкиваться от имеющейся в наличии индуктивности и выполнить расчёт ёмкости. Приведём несколько примеров подбора параметров:

Пример 1: Резонансная частота $f_0=1$ кГц, используем $L=10$ мГн (дроссель):

$$C = \frac{1}{L \cdot (2\pi f_0)^2} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3} \cdot (2\pi \cdot 1000)^2} \approx 25.3 \text{ мкФ}$$

Пример 2: Резонансная частота $f_0=500$ Гц, используем $L=50$ мГн (дроссель):

$$C = \frac{1}{L \cdot (2\pi f_0)^2} = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3} \cdot (2\pi \cdot 500)^2} \approx 20.3 \text{ мкФ}$$

На рисунке 2.4.1 представлена ожидаемая картина резонансных кривых для нескольких частот.

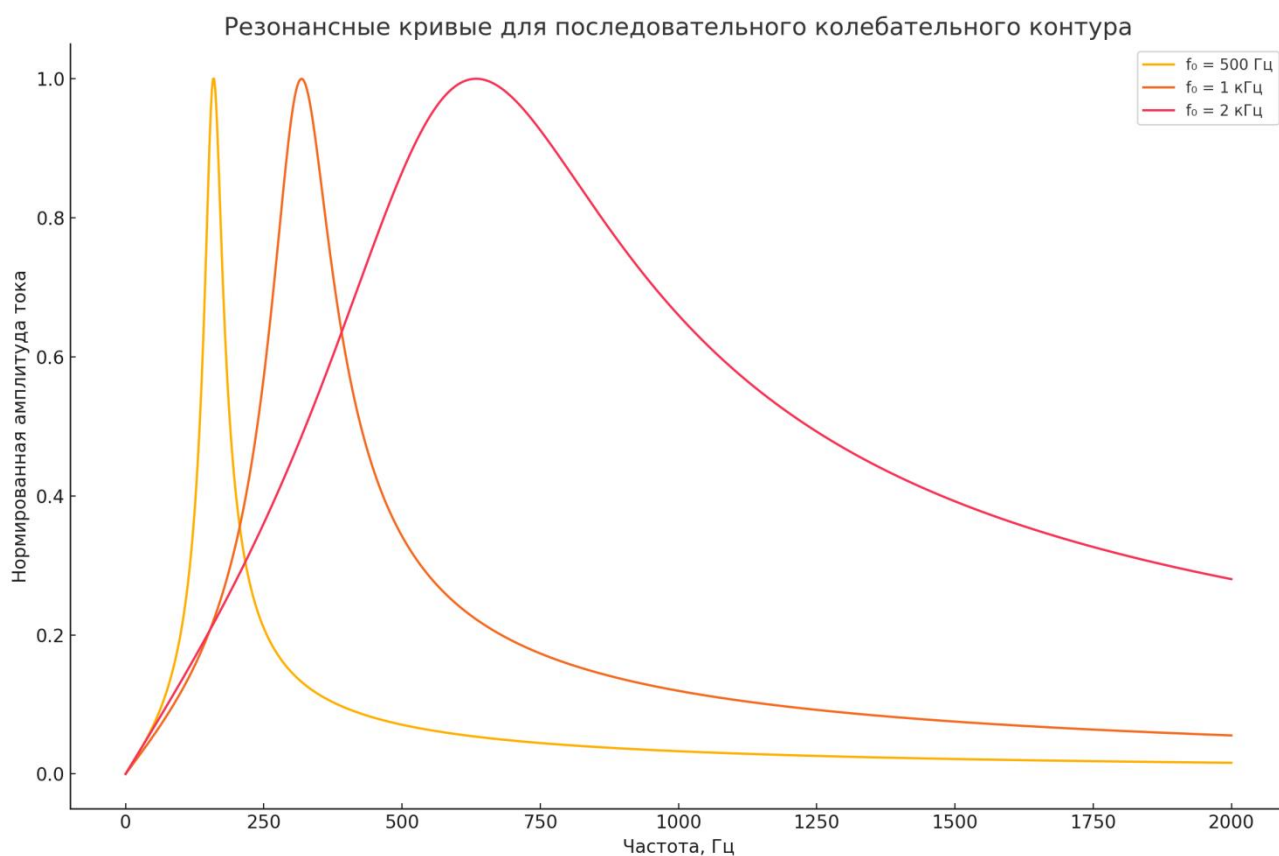


Рисунок 2.4.1 Пример резонансных кривых для разных частот.

Рекомендуемые параметры для лабораторной работы:

- Для $f_0=500$ Гц: $L=50$ мГн, $C=20$ мкФ, $R=10$ Ом.
- Для $f_0=1$ кГц: $L=10$ мГн, $C=25$ мкФ, $R=6.8$ Ом.
- Для $f_0=2$ кГц: $L=1$ мГн, $C=63$ мкФ, $R=3.3$ Ом.

Рекомендованные компоненты, которые можно собрать для выполнения лабораторной работы: Дроссели на ферритовом сердечнике, рассчитанные на ток до 1 А, электролитические или плёночные конденсаторы (например, WIMA FKP2 или аналогичные), резисторы маломощные проволочные или углеродные.

Лабораторная работа №15 Изучение выпрямляющих свойств полупроводниковых диодов.

Для изучения схем однополупериодного и двухполупериодного (мостового) выпрямителя в школьной предпрофессиональной лаборатории при малых напряжениях и низких частотах (например, 50 Гц, типичная частота сети) отлично подойдут маломощные кремниевые диоды общего применения.

Рекомендуемые диоды:

- 1N4007 (или любые из серии 1N4001 – 1N4007):
 - Максимальное обратное напряжение: до 1000 В (для 1N4007), но можно взять и 1N4001 (50 В).
 - Максимальный прямой ток: 1 А (подходит для школьных экспериментов).
 - Падение напряжения в прямом направлении: около 0.7 В.

Применение: Часто используется в учебных и реальных выпрямительных схемах. Лёгкий в обращении и недорогой.

- 1N4148 (если нужен малый ток):
 - Максимальное обратное напряжение: 100 В.
 - Максимальный прямой ток: 300 мА.
 - Падение напряжения в прямом направлении: около 0.7 В.

Применение: Используется для быстродействующих цепей, но также подходит для маломощных выпрямителей.

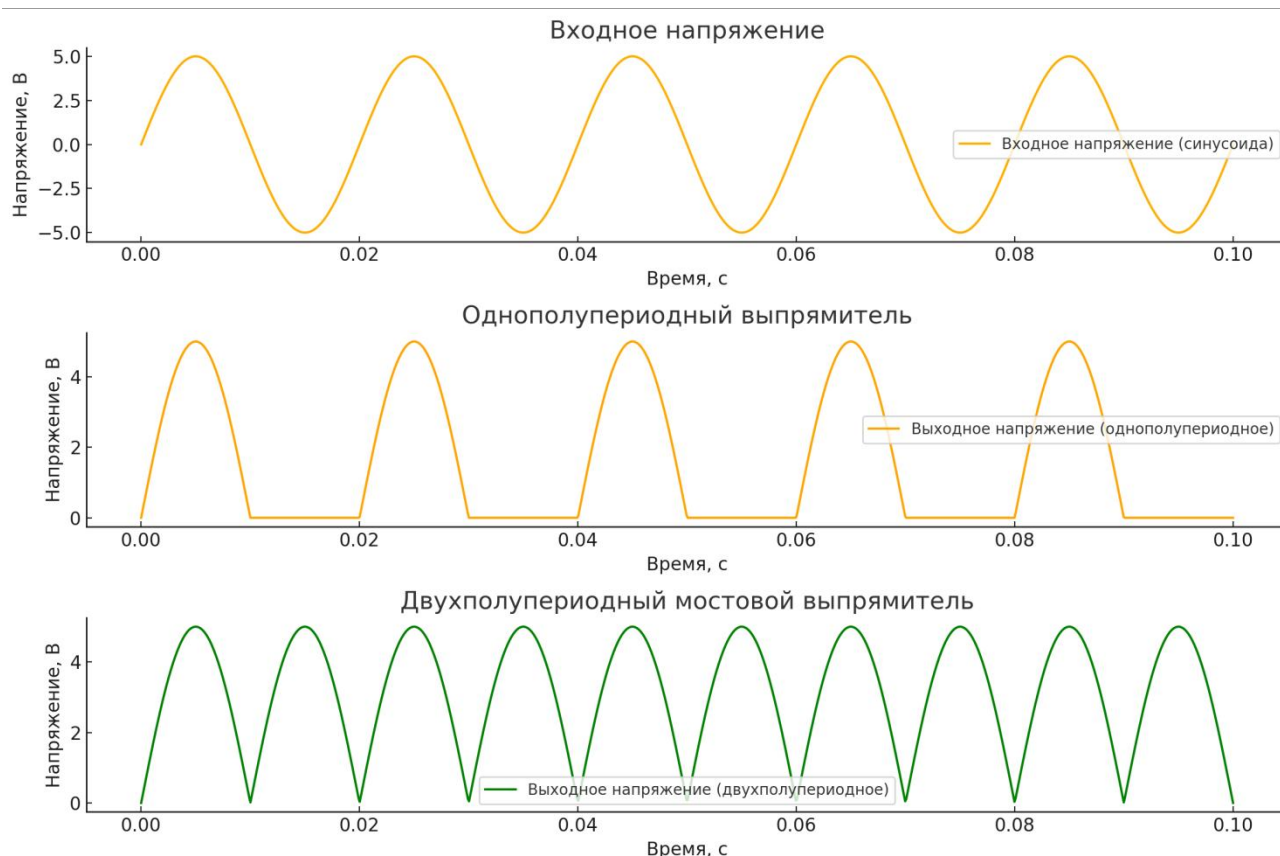


Рисунок 2.4.2. Ожидаемый результат работы однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя

- 1N5819 (Диод Шоттки для меньшего падения напряжения):
 - Максимальное обратное напряжение: 40 В.
 - Максимальный прямой ток: 1 А.
 - Падение напряжения в прямом направлении: около 0.3–0.4 В (меньше, чем у кремниевых диодов).

Применение: Отлично подходит для выпрямления при низких напряжениях (до 15 В).

Если эксперимент подразумевает использование обычных диодов, выбирай 1N4007 (или любую модель из серии 1N4001–1N4007). Они прочные и универсальные для школьных задач. Если важен небольшой ток и быстродействие (хотя для выпрямителей это не критично), можно взять 1N4148. Если нужно минимизировать потери напряжения на выпрямителе, отлично подойдёт 1N5819 (диод Шоттки). При наличии диодов отечественного производства допустимо взять Д226Б, Д27.

Для лучшего наблюдения результата выпрямления сигнала рекомендуется один канал осциллографа подключать к выходу генератора, а второй к выходу схемы, тогда на одном экране получится проводить наблюдения и

исходного и выпрямленного сигнала. В качестве сигнала можно использовать низкочастотный сигнал синусоидальной формы. В данной работе хорошо продемонстрировать и проверить результат можно с использованием моделирования в программе MicroCap.

Лабораторная работа №16 Исследование переходных процессов в RC-цепи

Работа заключается в исследовании процесса разрядки конденсатора на известном сопротивлении. Номиналы резистора и конденсатора могут быть выбраны относительно произвольно, однако следует учитывать влияние величины сопротивления на процесс разрядки. Номиналы емкостей можно выбрать из наборов к предыдущим работам.

Лабораторная работа №17 Изучение сглаживающих фильтров.

Для лабораторной работы со сглаживающими фильтрами на базе выпрямителя и генератора низкой частоты нужно подобрать номиналы элементов, чтобы фильтры эффективно сглаживали пульсации и работали на низких частотах (например, 50–100 Гц). Вот рекомендуемые параметры для каждого рассматриваемого в работе фильтра:

1. П-образный LC-фильтр

Описание: Дроссель и конденсатор образуют фильтр, устраняющий пульсации.

Номиналы:

- Индуктивность L : 10 мГн (подойдёт дроссель с ферритовым сердечником);
- Ёмкость C : 1000 мкФ (конденсатор на 25 В для выпрямителя с 15 В).
- Рабочая частота: 100 Гц (пульсации двухполупериодного выпрямителя).

2. Г-образный LC-фильтр

Описание: Последовательно включённый дроссель и параллельно подключённый конденсатор.

Номиналы:

- Индуктивность L : 10 мГн;
- Ёмкость C : 2200 мкФ (немного больше для компенсации одной ёмкости).
- Рабочая частота: 100 Гц.

3. П-образный LC-фильтр с последовательным резистором

Описание: Включается последовательный резистор для регулирования пульсаций и ограничения тока.

Номиналы:

- Индуктивность L : 10 мГн;
- Ёмкость C : 1000 мкФ;
- Резистор R : 100 Ом (для снижения пульсаций до приемлемого уровня).
- Рабочая частота: 100 Гц.

4. Г-образный LC-фильтр с последовательным резистором

Описание: Фильтр из дросселя, конденсатора и резистора.

Номиналы:

- Индуктивность L : 10 мГн;
- Ёмкость C : 2200 мкФ;
- Резистор R : 100 Ом.
- Рабочая частота: 100 Гц.

5. П-образный RC-фильтр

Описание: Вместо дросселя используется резистор. Фильтр дешевле, но имеет большие потери мощности.

Номиналы:

- Резистор R : 100 Ом;
- Конденсаторы $C1$ и $C2$: 1000 мкФ каждый.
- Рабочая частота: 100 Гц.

6. Г-образный RC-фильтр

Описание: Состоит из резистора и конденсатора, подключённых последовательно.

Номиналы:

- Резистор R : 100 Ом;
- Конденсатор C : 2200 мкФ.
- Рабочая частота: 100 Гц.

Выбор элементов:

- Конденсаторы: электролитические на напряжение 25 В (для выпрямленного напряжения до 15 В).
- Дроссели: ферритовые с номиналом 10 мГн или больше, рассчитанные на рабочий ток.

– Резисторы: мощностью >1 Вт, чтобы выдерживать токи фильтра.

На графиках представлены результаты работы различных сглаживающих фильтров:

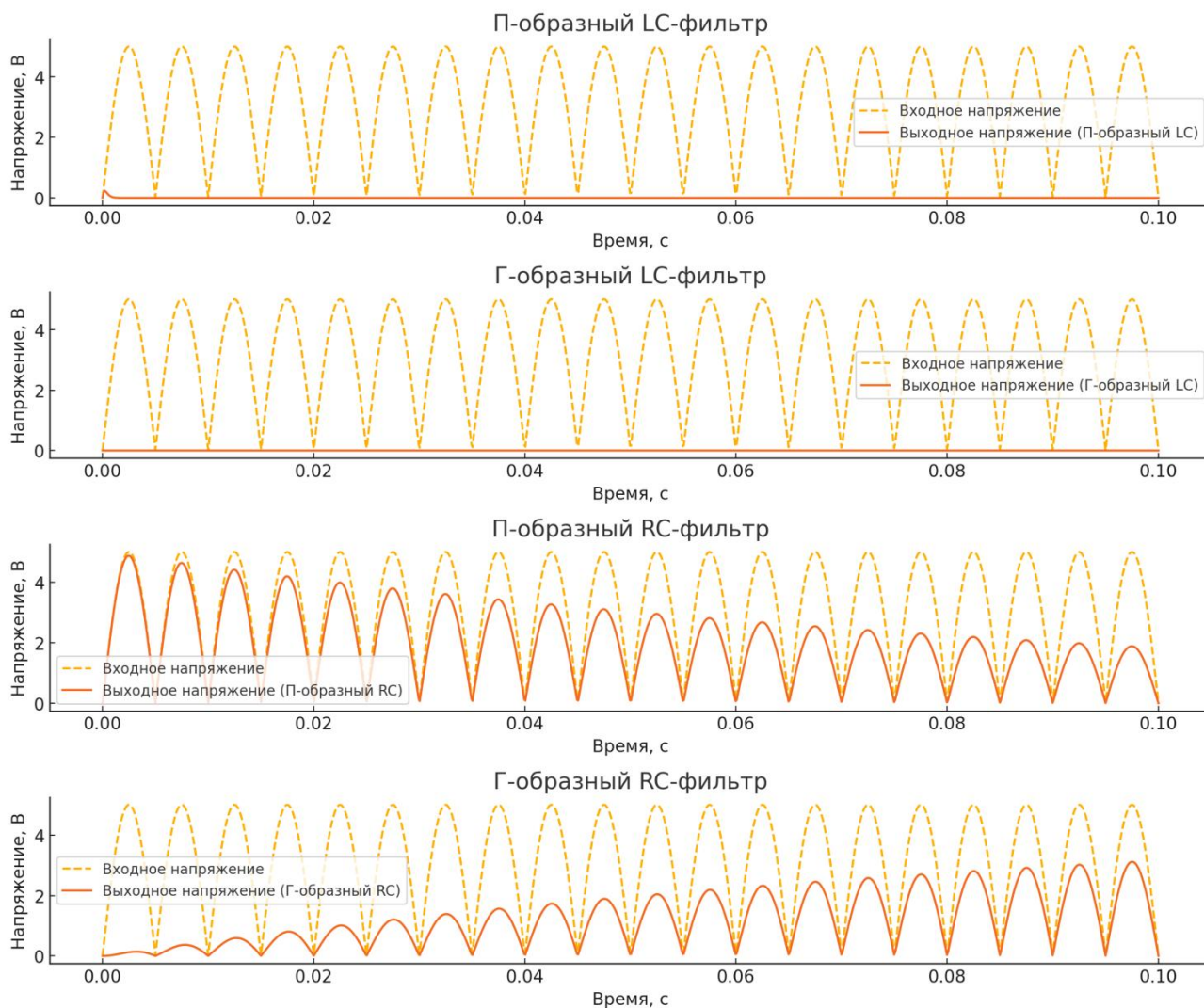


Рисунок 2.4.3. Работа различных фильтров сигнала

П-образный LC-фильтр: Уменьшает пульсации входного напряжения за счёт взаимодействия индуктивности и ёмкости, обеспечивая достаточно плавный выходной сигнал.

Г-образный LC-фильтр: Уменьшает пульсации за счёт последовательного дросселя и параллельного конденсатора. Выходное напряжение также сглажено.

П-образный RC-фильтр: За счёт последовательного резистора и двух параллельных конденсаторов сглаживает пульсации, но уровень выходного напряжения может быть ниже из-за падения напряжения на резисторе.

Г-образный RC-фильтр: Уменьшает пульсации за счёт последовательного резистора и одного параллельного конденсатора. Более простая схема, но пульсации сглаживаются хуже, чем в LC-фильтрах.

Для выполнения работы можно как воспользоваться выпрямителем, собранным в прошлой работе, так и использовать синусоидальный генератор сигнала низких частот.

Лабораторная работа №18 Включение транзистора в схеме с общей базой

В работе изучается работа биполярного транзистора в одной из наиболее популярных схем включения - с общей базой. Для работы при напряжениях до 15 В подойдут маломощные PNP транзисторы, такие как 2N3906 и S9015.

1. 2N3906:

- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (V_{CE}): 40 В
- Максимальный ток коллектора (I_C): 100 мА
- Коэффициент усиления по току (h_{FE}): до 400
- Корпус: TO-92

2. S9015:

- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (V_{CE}): 50 В
- Максимальный ток коллектора (I_C): 150 мА
- Коэффициент усиления по току (h_{FE}): до 1000
- Корпус: TO-92 или SOT-23

Оба транзистора подходят для работы в схемах с напряжением до 15 В и небольшими токами. Для получения более подробной информации, включая графики вольт-амперных характеристик, рекомендуется ознакомиться с соответствующими паспортами данных приборов:

- 2N3906: [Транзистор 2N3906: характеристики, datasheet, цоколевка, аналоги](#)
- S9015: [Транзистор S9015: характеристики, аналоги, DataSheet, параметры](#)

В случае отсутствия лабораторного стенда UniTrain следует учесть, что для измерения тока в цепи может понадобиться милли или микроамперметр. Рекомендуется использовать мультиметры для проведения измерений.

Лабораторная работа №19 Включение транзистора в схеме с общим эмиттером.

В работе изучается наиболее популярное включение биполярного транзистора - с общим эмиттером. В схеме с общим эмиттером при напряжениях до 15 В, для работы подойдут маломощные NPN транзисторы, которые имеют низкое напряжение пробоя и достаточно большой коэффициент усиления. Приведем несколько подходящих моделей:

1. 2N2222:

- Тип: NPN
- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (V_{CE}): 30 В
- Максимальный ток коллектора (I_C): 800 мА
- Коэффициент усиления по току (h_{FE}): 100–300
- Применение: подходит для схем усиления и переключения при напряжениях до 15 В.

2. BC547:

- Тип: NPN
- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (V_{CE}): 45 В
- Максимальный ток коллектора (I_C): 100 мА
- Коэффициент усиления по току (h_{FE}): 110–800
- Применение: очень распространённый транзистор, подходит для экспериментов и учебных целей.

3. S9014:

- Тип: NPN
- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (V_{CE}): 45 В
- Максимальный ток коллектора (I_C): 150 мА
- Коэффициент усиления по току (h_{FE}): 200–450
- Применение: схемы с малым напряжением.

Для лабораторных работ BC547 будет идеальным выбором, поскольку он легко доступен, недорог и подходит для работы с напряжениями до 15 В. Кроме того, коэффициент усиления достаточно высок, что позволит легко изучить зависимости токов в схеме. В случае отсутствия лабораторного стенда UniTrain следует учесть, что для измерения тока в цепи может понадобиться

милли или микроамперметр. Рекомендуется использовать мультиметры для проведения измерений.

5. Оптические системы и технологии

В разделе рассматриваются работы, которые позволяют школьнику познакомиться с основами тех технологий, которые применяются в современной инженерии для создания различных оптических систем, квантовых компьютеров, интерферометров, лазерных гироскопов и других важных и сложных технических устройств в основе работы которых лежат законы геометрической и физической оптики. Хотя установок для для некоторых работ может быть собрано больше одной, работы 22 и 23 требуют устройств, имеющихся чаще всего в единственном экземпляре в школе, поэтому в зависимости от комплектации оборудования вашего класса следует либо пропустить эти работы, либо выполнять все работы по индивидуальному расписанию, как в некоторых предыдущих модулях.

Лабораторная работа №20 Изучение оптических систем с помощью законов геометрической оптики.

В работе изучается одна из основных конструкций в геометрической оптике - система линз. С помощью простейшей установки измеряется фокусное расстояние собирающей и рассеивающей линзы. При подготовке работы следует учесть, что для второго способа измерения (метод Бесселя) может понадобиться большая длина оптической оси, чем для первого варианта. Рекомендуется использовать короткофокусные линзы для работы, чтобы было возможно снять все измерения. Измерительную линейку рекомендуется закрепить на столе или оптической оси для повышения точности результата. В качестве объекта стоит использовать изображение стрелки или подобного рисунка крупного формата. Выполнение второго задания со сложным объектом может быть затруднено.

Лабораторная работа №21 Изучение дифракции света

В работе изучается одно из важнейших явлений волновой оптики - дифракция света. Получение дифракционной картины возможно в работе несколькими способами:

- Дифракция на щели с помощью модели (слайда) с щелью. Вариант подходит для комплектов, в которых имеется объект типа «щель».
- Дифракция на щели с помощью модели дифракционной решетки. В .том варианте рекомендуется распечатать модель дифракционной решетки с помощью 3Д печати на основе макета из дополнительных материалов к

пособию. Хотя предполагается, что печатается решетка, фактически мы наблюдаем дифракцию на щели в большей части случаев. Если на решетку светить широким пучком света можно увидеть вариант дифракционной картины для решетки большого периода.

- Использование дифракционной решетки. Способ является наиболее точным и результативным, однако требует наличия специальной дифракционной решетки. Такие объекты встречаются в демонстрационных комплектах по оптике. Создание самостоятельной решетки возможно с помощью куска CD диска.

Для расширения возможностей учащихся в изучении дифракции света и её особенностей рекомендуется использовать несколько лазеров с разной длиной волны. В качестве источника белого света рекомендуется использовать лампу накаливания, однако следует использовать специальное отверстие или диафрагму для формирования направленного луча белого света.

Лабораторная работа №22 Изучение поляризации света и проверка закона

Малюса

В работе изучается явление поляризации света и закон Малюса. Работа выполняется на установке с двумя поляризаторами, установленными на специальных держателях и снабжённых круговым транспортом. Если у вас отсутствует круговой транспорт у поляризатора (а также возможность его повернуть в держателе), то выполнить работу на такой установке не получится. Качество результата также зависит и от качества самих поляризаторов. В случае отсутствия поляризаторов их также можно изготовить из подручных материалов или использовать поляризационный фильтр от фотоаппарата. В качестве детектора освещённости можно использовать как цифровые измерители освещённости или люксометры, так и фотодиоды или солнечные панели, подключённые к мультиметру. Фоторезистор использовать не рекомендуется из-за низкой точности определения интенсивности света за счёт нелинейности его характеристики.

Лабораторная работа №23 Основы атомно-силовой сканирующей зондовой микроскопии

В работе изучается одно из применений как оптических технологий, так и сложной электроники в исследовательском приборе - атомно-силовом микроскопе. Если в вашей предпрофессиональной лаборатории отсутствует подобный прибор, то выполнить работу не получится никаким образом. Основные принципы работы с прибором приведены в лабораторном

практикуме. Следует крайне аккуратно относиться к кантилеверам, поскольку при неаккуратном обращении на них крайне легко деформируется (ломается) острие. Рекомендуется установить кантилевер самостоятельно перед началом работ цикла и снять на хранение по завершении работ. Все манипуляции с микроскопом следует выполнять крайне осторожно.

Лабораторная работа №24 Изучение спектров излучения светодиодов

В работе изучается работа спектроскопа, понятие спектра, а также свойства светодиодов. Для выполнения работы понадобится простейший школьный спектроскоп (или дисперсионная призма, чтобы изготовить его самостоятельно), а также светодиоды с разной длиной волны излучения. Важно, что для этой работы необходимо подобрать именно светодиоды с разной длиной волны, или RGB светодиоды. Для подбора светодиодов необходимо изучить их технические характеристики, поскольку зачастую зелёные и красные светодиоды изготавливаются из обычных белых диодов с использованием цветного пластика корпуса. Такие диоды для выполнения работы не подойдут, поскольку с точки зрения их физических свойств они являются диодами белого света.

Кейс 5. Оптоволоконная передача информации

В кейсе предлагается изучить способы оптической передачи данных с помощью оптоволоконна. В наиболее простом варианте его реализации понадобится лабораторный стенд UniTrain с дополнительной макетной платой EloTrain и набором «Оптоэлектроника», который содержит все необходимые детали (а также инструкции для учителя) по сборке соответствующей схемы. Однако также можно и самостоятельно собрать схему, пользуясь платами Arduino в качестве источника и приёмника сигнала, а также дополнительными элементами, такими как фотодиод или фототранзистор.

Моделирование электронных схем с помощью специализированного ПО

Моделирование электрических схем является важной составляющей как образовательного процесса, так и профессиональной инженерной деятельности. Использование специализированного программного обеспечения позволяет значительно упростить процесс проектирования, анализа и оптимизации электрических цепей. Среди множества доступных инструментов для моделирования в этом пособии будут рассмотрены программы Micro-Cap и TINA Pro. Эти программные средства предоставляют

широкий спектр возможностей для работы с аналоговыми и цифровыми схемами, что делает их популярными как среди студентов, так и среди профессионалов в области электроники. Удобство работы и понятный интерфейс дают возможность познакомиться с азами моделирования электронных схем даже школьнику, что сильно расширяет его возможности как в области основной образовательной программы, так и при выполнении проектно-исследовательских работ.

Micro-Cap 12 отличается своей универсальностью и мощным набором инструментов для анализа. Кроме того, программа является бесплатной и свободно распространяемой, что делает ее привлекательной для использования школьниками как в учебном процессе, так и дома. Программа поддерживает выполнение таких видов анализа, как AC, DC, анализ переходных процессов, и параметрический, что позволяет исследовать схемы в различных режимах работы. Гибкость в работе с компонентами, поддержка SPICE-моделей, возможность построения пользовательских библиотек — всё это делает Micro-Cap 12 удобным решением для сложных инженерных задач.

TINA Pro, в свою очередь, также предоставляет интуитивно понятный интерфейс и функционал для создания, тестирования и оптимизации схем. Программа особенно ценится за возможность интеграции с микроконтроллерами и моделирования схем в реальном времени. Благодаря поддержке 3D-моделирования, TINA Pro позволяет визуализировать работу устройств и оценивать их поведение в условиях, приближенных к реальным. Хотя TINA Pro и является проприетарным программным обеспечением, но в формате демо-версии распространяется как базовый элемент комплекта универсальной цифровой лаборатории UniTrain-II, в связи с чем также будет рассмотрена в этом пособии.

Работа в этих программах предоставляет возможность:

- Создавать и анализировать схемы любой сложности.
- Проводить виртуальные эксперименты с целью оптимизации параметров компонентов.
- Исследовать временные и частотные характеристики цепей.
- Импортировать и использовать готовые SPICE-модели для точного моделирования.
- Экспортировать результаты в виде отчетов, графиков или таблиц.

Данная инструкция предназначена для изучения основных функций и инструментов Micro-Cap 12, но параллели с TINA Pro будут позволять лучше понять различия и преимущества каждой из программ. Знание функционала

обеих систем даст возможность выбирать наиболее подходящее решение для конкретной задачи и повышать эффективность работы.

1. Моделирование электронных схем в программе MicroCap 12

После запуска Micro-Cap 12 вы увидите основной интерфейс, который включает следующие элементы:

- Главное меню: доступ к основным функциям (File, Edit, View, Simulation и т.д.). Меню расположено на верхней панели и содержит все элементы управления программой.
- Панель инструментов: кнопки быстрого доступа для создания схем, запуска симуляций и настройки параметров. На панели инструментов расположены все базовые элементы электрических схем и настроек моделирования.
- Рабочая область: место для проектирования схем. Рабочая область при базовом включении отображается в виде белого листа, для повышения удобства проектирования доступна функция выбора сетки. Наиболее оптимальная сетка выставляется функцией «Grid Bold 6», которая отображает увеличенным символом каждую шестую точку.
- Окно анализа: отображает результаты моделирования, такие как графики и таблицы. Чаще всего открывается в виде отдельного окна при запуске процесса моделирования.

После старта программы и выполнения базовых настроек интерфейса можно начинать создание схемы и последующее выполнение моделирования. Далее опишем основные этапы создания схемы.

Добавление компонентов:

1. Выберите инструмент “Component” на панели инструментов или в меню.
2. В появившемся окне выберите нужный компонент (резистор, конденсатор, транзистор и т.д.).
3. Щелкните в рабочей области, чтобы разместить компонент.

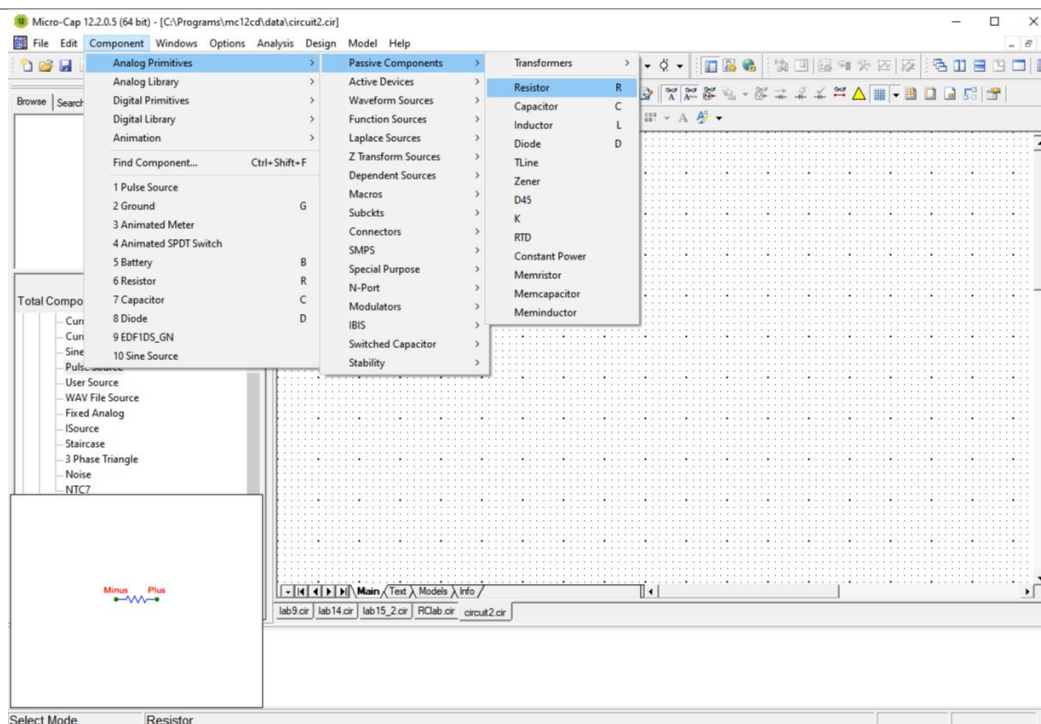


Рисунок 3.1.1 Вид рабочего окна с меню компонент

Соединение компонентов:

1. Выберите инструмент “Wire” (Провод). Также можно использовать сочетание клавиш Ctrl-W.
2. Щелкните на контакт первого компонента и проведите линию ко второму компоненту.
3. В случае необходимости имеется возможность соединить компоненты по диагонали (линия под произвольным углом), однако подобный вид схем не является общепринятым и может ввести ученика или учителя в заблуждение при попытке разобраться в схеме.
4. При соединении элементов стоит учесть, что не следует остерегаться простых пересечений линий, т.к. в базовом варианте в месте пересечения не будет образовываться соединение. Точка контакта (соединения) пересекающихся линий отображается в виде символа красного цвета.

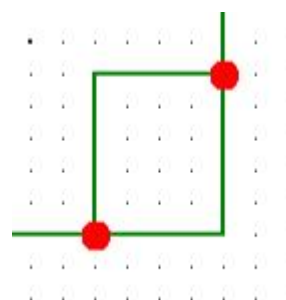


Рисунок 3.1.2.
Пример точек
соединения линий

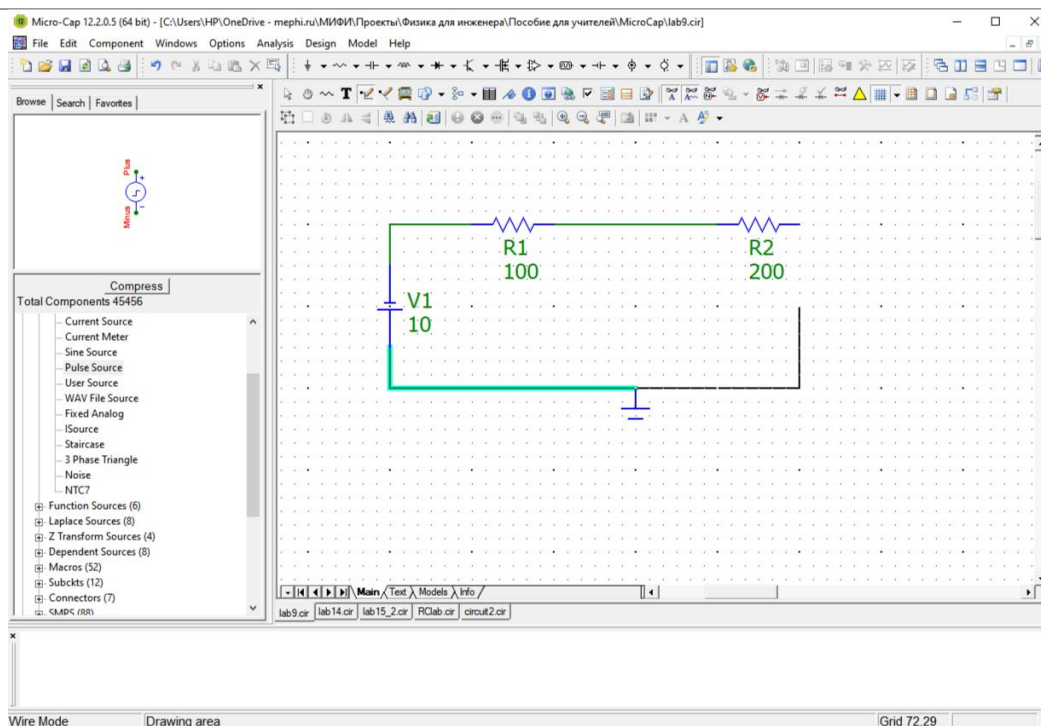


Рисунок 3.1.3. Сборка схемы и соединение элементов

Настройка параметров:

1. Дважды щелкните на необходимом компоненте, чтобы открыть окно его параметров.
2. Укажите значения (например, сопротивление, ёмкость, напряжение). В случае необходимости воспользуйтесь подсказкой по каждому параметру и синтаксису в нижней части открывшегося окна.

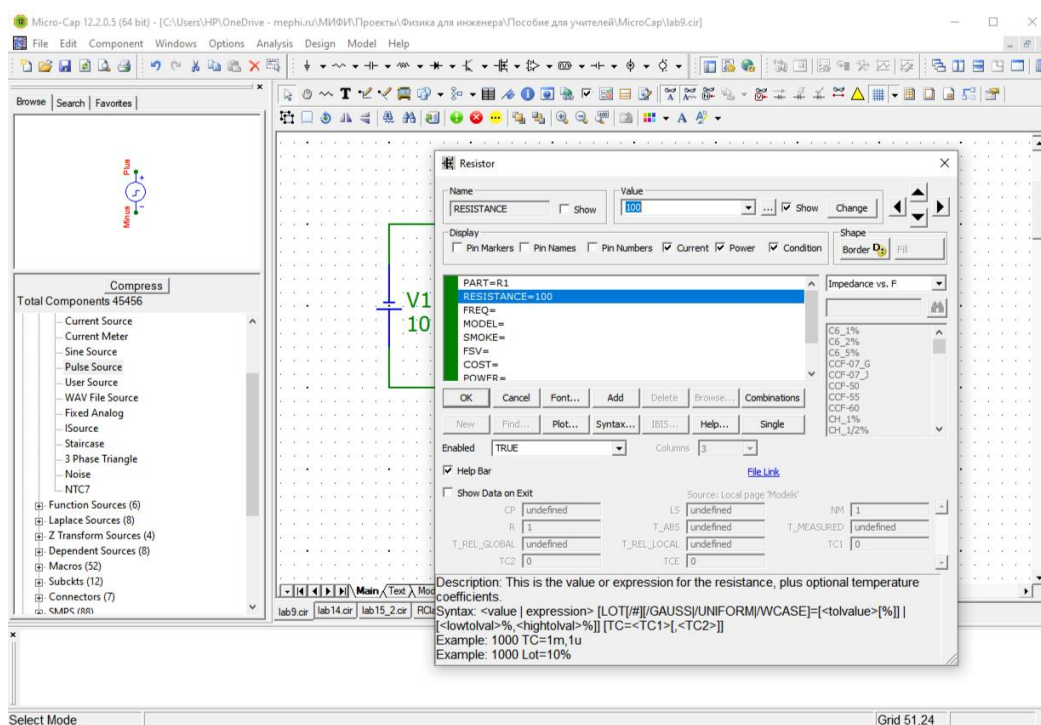


Рисунок 3.1.4. Настройка параметров элемента схемы

3. В случае необходимости, вы можете выбрать модель реального прибора (например диода или транзистора) в окне настройки параметров в правой части. Это позволяет не искать данный элемент в библиотеке с помощью верхней панели.

Основной этап работы в программе это проведение анализа собранной схемы. Micro-Cap 12 поддерживает несколько видов различного анализа, однако мы рассмотрим те, что могут быть применимы школьниками для изучения электрических схем:

1. Анализ переходных процессов (Transient Analysis):

Используется для изучения поведения схемы во времени.

Перейдите в меню “Analysis > Transient”.

Укажите временной диапазон и шаг моделирования.

2. Частотный анализ (AC...):

Позволяет исследовать частотные характеристики схемы.

Выберите “Analysis > AC”.

Установите диапазон частот и параметры источников.

3. Анализ по постоянному току (DC...):

Определяет постоянные токи и напряжения в узлах.

Выберите “Analysis > DC” и настройте источники питания.

4. Параметрический анализ:

Изучает зависимость работы схемы от изменения одного или нескольких параметров.

Перейдите в “Analysis > Parametric” и настройте необходимые параметры.

5. Динамический анализ по постоянному току

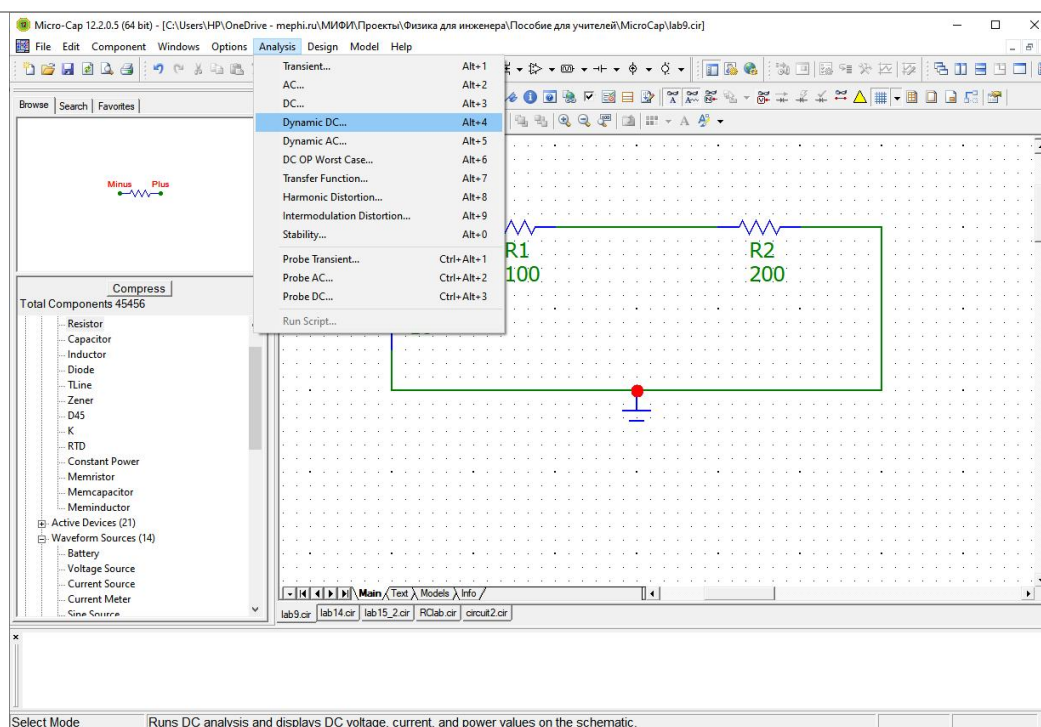


Рисунок 3.1.5. Выбор типа анализа

В Micro-Cap 12 при выполнении анализа (не считая динамического) результат отображается в виде графиков выбранных величин. Какие величины отображать на графике в результате анализа выбирает пользователь при настройке соответствующего режима. Работа с графиками включает следующие основные операции:

1. Просмотр графиков:

- После выполнения симуляции результаты автоматически отображаются в окне графиков.
- Графики разделяются на вкладки для удобства анализа различных параметров.

2. Настройка осей:

- Щелкните правой кнопкой мыши на графике и выберите “Properties”.
- Укажите параметры осей (например, логарифмическую или линейную шкалу).
- Настройте диапазон значений вручную для увеличения читаемости данных.

3. Добавление кривых (traces):

- В меню графика выберите “Add Trace”.
- Выберите переменные из списка доступных параметров (например, напряжение на определённом узле).

- Можно добавлять несколько кривых на один график для сравнения.

4. Изменение стиля отображения:

- Для каждой кривой можно настроить цвет, стиль линии и тип маркеров.
- Щелкните на имя кривой в легенде и выберите “Format”.

5. Сохранение графиков:

- Для сохранения графиков щелкните правой кнопкой мыши и выберите “Export”.
- Графики можно экспортировать в формате изображений (PNG, JPEG) или данных (CSV).

MicroCap 12 является мощным инструментом для моделирования электрических цепей и интуитивно понятным интерфейсом с подсказками. Однако главной его особенностью является формат отображения результата и отсутствие моделей измерительных приборов, соответственно. В случае, если хочется выполнить моделирование схемы с учетом установленных измерительных приборов, рекомендуется воспользоваться программой Design Soft TINA Pro, в которой присутствует возможность добавлять в том числе анимированные измерительные приборы.

2. Моделирование электронных схем в программе TinaPro

Основное окно этой программы содержит рабочее поле, на котором происходит сборка электронных схем, ссылки к библиотеке основных элементов (в верхней части экрана), функциональные клавиши и элементы (Рисунок 3.2.1). При выборе элемента электронной схемы около курсора появится изображение элемента, установка которого будет произведена нажатием левой кнопки «мыши».

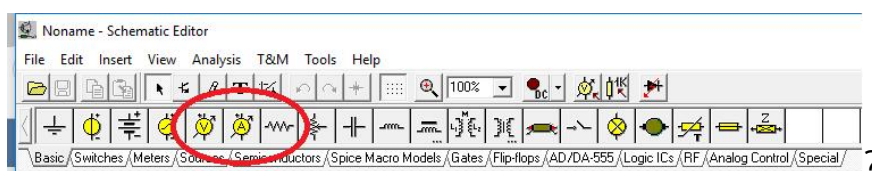


Рисунок 3.2.1. Выбор элементов схемы

Для удобства сборки схем иногда требуется развернуть иконку элемента. Это производится выбором функций «Rotate right» или «Rotate left» нажатием правой кнопкой мыши.

Соединение элементов производится следующим образом:

- Выбирается тот выходящий из элемента провод, который хотим соединить
- Нажимаем на край провода левой кнопкой мыши один раз
- Ведем соединительную линию к нужной точке
- По достижению необходимой точки нажмите еще раз на левую кнопку мыши для завершения рисования.

На панели инструментов имеется возможность выбрать все базовые элементы электронных схем без необходимости использовать библиотеку. Основные элементы находятся в подразделе «Basic». Этот раздел включает в себя: шину «заземления», источник питания постоянного тока («Voltage Source»), гальванический элемент (батарея), источник переменного тока (функциональный генератор – «Voltage Generator»), вольтметр, амперметр, резистор, потенциометр (реостат), конденсатор, катушку индуктивности (обычную и с сердечником), спаренные катушки, трансформатор, линию передачи, ключ, лампочку, электродвигатель, термистор, предохранитель, импеданс. Данного раздела достаточно для сборки простейших электронных схем и их тестирования. Далее на панели расположены следующие разделы: переключатели («Switches»), измерительные приборы («Meters»), источники питания («Sources»), полупроводниковые элементы («Semiconductors»), SPICE-модели специальных элементов («Spice macro models»), логические элементы («Gates»), триггеры («Flip-Flops»), АЦП/ЦАП («AD/DA-555»), логические интегральные схемы («Logic ICs»), СВЧ-элементы («RF»), аналоговые контроллеры («Analog Controls»), специальные элементы («Special»). Большую часть необходимых элементов для лабораторных работ этого практикума можно выбрать на панели инструментов. Параметры выбранного элемента можно изменять после его установки на рабочее поле нажатием правой кнопки мыши и выбором раздела «Свойства» («Properties»). Пример окна свойств приведен на рисунке 3.2.2.

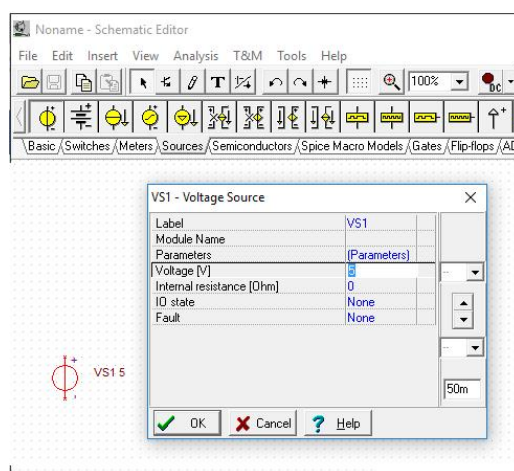


Рисунок 3.2.2. Установка параметров источника питания

Программа Tina Pro имеет возможности для проведения моделирования в нескольких основных режимах:

Режим постоянного тока (DC analysis)

Выполняется моделирование характеристик схемы в случае использования постоянного тока. В соответствующем режиме работают

Режим переменного тока (AC analysis)

Исследование переходных процессов (Transient analysis)

В зависимости от целей лабораторной работы будет использоваться один из описанных режимов моделирования. Смена режима моделирования осуществляется выбором соответствующей строки из выпадающего списка на кнопке «моделирование» (Рисунок 3.2.3).

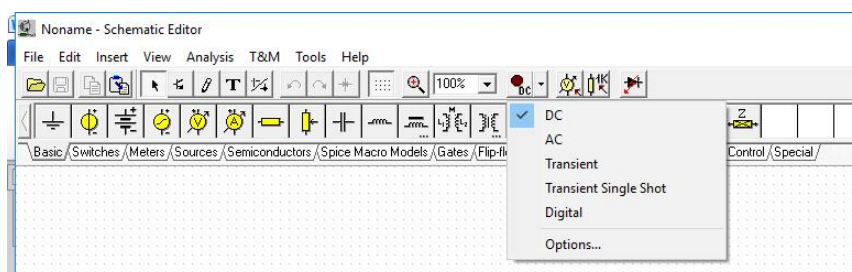


Рисунок 3.2.3 Выбор режима моделирования

Включение и выключение соответствующего режима моделирования производится нажатием на красную кнопку около выбора режима (Рис.4).

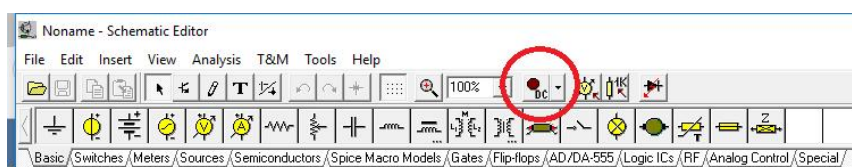


Рисунок 3.2.4 Включение интерактивного режима

На панели инструментов в разделе базовых элементов присутствуют три ключевых измерительных прибора, которые можно добавлять в схему - вольтметр, амперметр, осциллограф.

Особенности работы с цифровыми измерительными комплексами предпрофессиональной лаборатории.

1. Лабораторный стенд с интерактивной лабораторной платформой (ЛМИЛ) UniTrain II



Рисунок 4.1.1 Вид основной панели блока UniTrain-II

Экспериментальный стенд UniTrain это установка, позволяющая тестировать электронные схемы, подключенные через макетную плату в специальный стенд «Экспериментатор». Основная панель стенда (Рисунок 4.1.2) представляет собой набор входов, к которым при помощи специальных проводов можно подключать макетную плату. Вся установка посредством USB провода соединяется с компьютером, через который производится управление стендом, выбор виртуальных измерительных приборов и генераторов, а также построение измерительных комплексов.

1. Поле реле

Реле могут использоваться для решения общих задач коммутации в электрических цепях, например, для разрядки конденсаторов. Общее количество реле 8 штук, первые 4 из которых предназначены для экспериментов, включающих ручной проводной монтаж на 2-мм втулках.

Внимание: У евро-плат, имеющих функцию имитации ошибок, подача электропитания на реле ведёт к сбою функционирования.

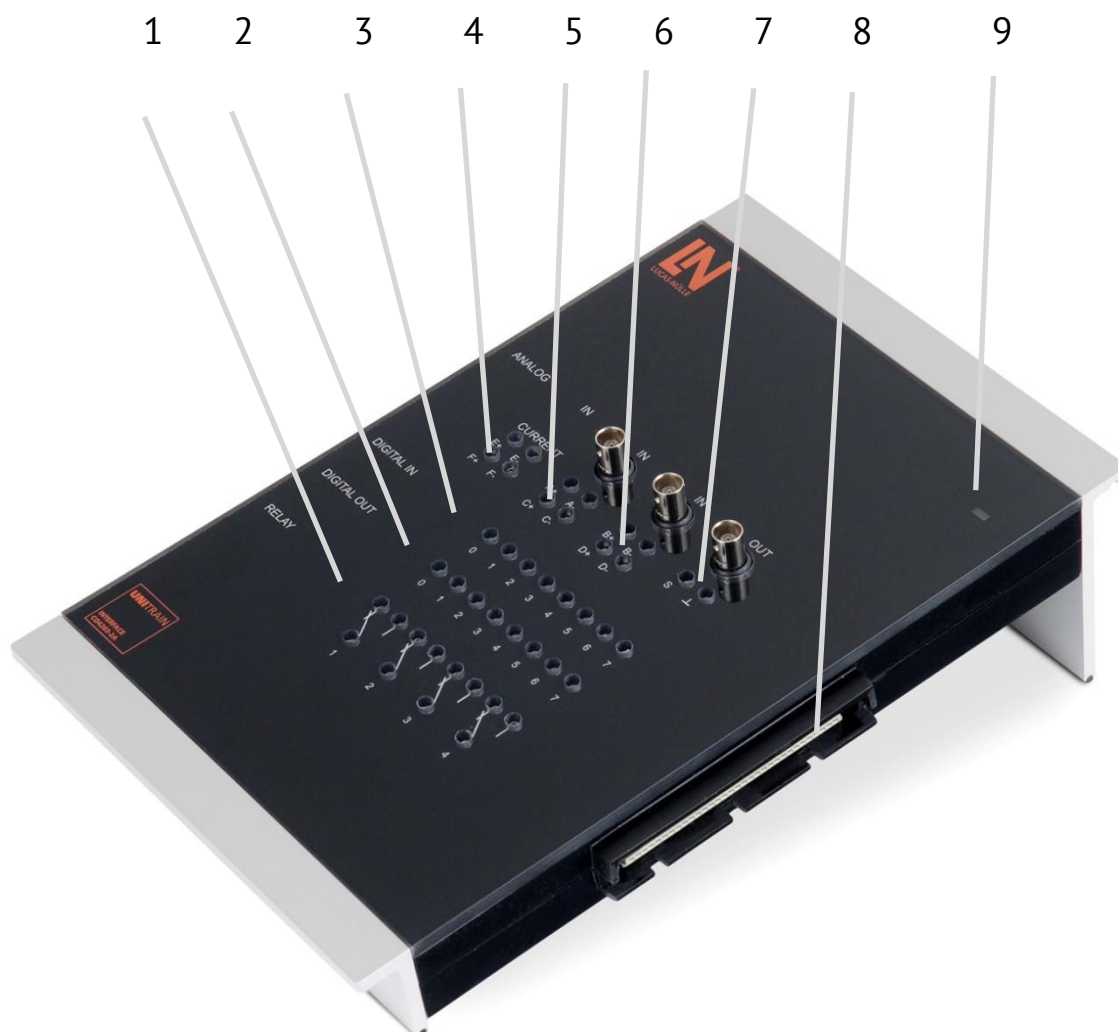


Рисунок 4.1.2. Общий вид основного блока

2. Цифровые выходы от Q0 до Q7

Общее количество цифровых выходов 16 штук, 8 из них предназначены для экспериментов с ручным проводным монтажом и выведены на 2-мм втулки. Общая для всех цифровых выходов масса находится или на модуле Экспериментатор, или на аналоговом выходе (7) модуля Интерфейс.

3. Цифровые входы от I0 до I7

Общее количество цифровых входов 16 штук, первые 8 из них предназначены для экспериментов с ручным проводным монтажом и выведены на 2-мм втулки. Общая для всех цифровых входов масса находится или на модуле Экспериментатор, или на аналоговом выходе (7) модуля Интерфейс.

4. Входы измерения величины тока E и F в виде 2-х мм втулок (E+, E-, F+, F-)

5. Дифференциальные входы напряжения А и С на 2-х мм втулках (А+, А-, С+, С-), дополнительно вход А выведен на BNC-гнездо.

6. Дифференциальные входы напряжения В и D на 2-х мм втулках (В+, В-, D+, D-), дополнительно, вход В выведен на BNC-гнездо.

7. Скоростной аналоговый выход; выведен на 2-х мм втулки, контакты S и GND (масса), параллельно выведены на BNC-гнездо. Аналоговый выход, обычно, используется в качестве генератора функций.

8. 96-и полюсная контактная VG–планка (гнездо)

VG-планка предназначена для подключения модуля Экспериментатор или экспериментальной панели. Схема контактов-пинов VG-планки представлена в конце данного Руководства (Приложение А).

9. Светодиодная индикация,

В зависимости от режима работы модуля Интерфейс, светодиодный индикатор светится различными цветами. Цвет свечения соответствует следующему состоянию или рабочему режиму модуля:

- красный: модуль Интерфейс включён
- зелёный: модуль Интерфейс подключён к компьютеру посредством разъёма USB
- мигающий красный / зелёный: загрузка программного обеспечения прошивки синий: модуль Интерфейс подключён к сети WLAN
- мигающий синий: режим WLAN, но подключение не к указанной сети
- фиолетовый: модуль Интерфейс работает в режиме WLAN и организует точку доступа для прямой коммуникации с компьютером
- мигающий синий / фиолетовый: определение подключённого модуля Интерфейс во время установления связи по сети WLAN с LabSoft
- оранжевый: или отсутствие коммутации с компьютером или с сетью WLAN, или наличие в системе неисправности



Рисунок 4.1.3 Задняя панель блока

10. Выключатель

Выключатель, имеющий положения вкл./ выкл., включает и отключает модуль Интерфейс от линии подачи электропитания, обеспечиваемого блоком питания.

11. Разъём для блока электропитания

Разъём используется для подключения блока питания к модулю Интерфейс. Сориентировав штекер плоской частью вниз, вставьте его в разъём. Штекер имеет стопорный механизм. Для того, чтобы вытащить штекер, необходимо немного сдвинуть внешний корпус штекера назад.

12. USB-разъём, тип-B

Данный разъём обеспечивает подключение к компьютеру посредством USB-интерфейса. Подключение по USB-разъёму используется для следующих режимов работы:

- использование модуля Интерфейс, с помощью виртуальных инструментов, посредством компьютера
- конфигурирование устройства WLAN на модуле Интерфейс
- Загрузка обновлённой версии ПО прошивки в модуль Интерфейс

Для коммутации модуля Интерфейс и персонального компьютера между собой, используйте имеющийся в комплекте поставки USB-кабель

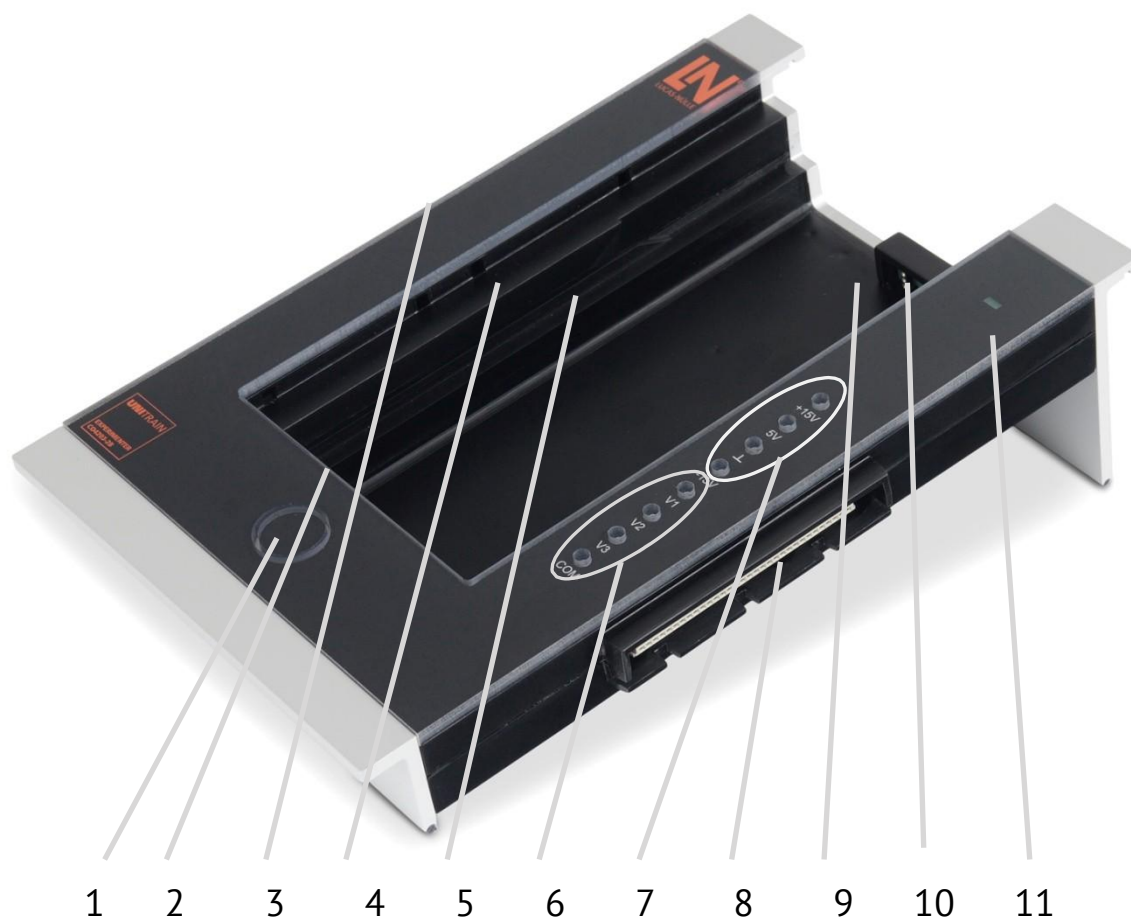


Рисунок 4.1.4 Общий вид блока «Экспериментатор»

1. Кнопка для извлечения экспериментальной платы

2. 96-и полюсная контактная VG-шина (гнездо) для подключения экспериментальной платы

Схема контактов-пинов представлена в Таблице 4.1.1. Пины 5С и 6С (инфракрасный интерфейс) не заняты.

3. 96-и полюсная шина (штекер) для подключения модуля Экспериментатор к модулю Интерфейс или к уже подключённому модулю Экспериментатор. Схема контактов-пинов представлена в Таблице 4.1.1.

4. Опора для макетной платы (SO4203-2С)

Возьмите макетную плату в руку таким образом, чтобы направляющие находились бы с правой стороны. Скользящим движением вставьте макетную плату в модуль Экспериментатор таким образом, чтобы направляющие зафиксировались в пазах модуля Экспериментатор. Макетная плата установлена.

5. Направляющие для экспериментальных плат системы UniTrain

Экспериментальную плату UniTrain положите сверху и сдвиньте по направляющим до характерного щелчка замка штекерного соединения.

6. Три выхода варьироваемого напряжения V1, V2 и V3, имеющих общую массу СОМ. Эти выходы предусмотрены в качестве настраиваемых источников питания постоянного, переменного и трёхфазного тока. По сравнению с обычными источниками питания переменным или трёхфазным током, использующими регулируемые или нерегулируемые трансформаторы, в данном случае можно очень точно устанавливать как амплитуду, так и частоту.

Для максимальной свободы при проведении экспериментов, блок питания полностью гальванически разобщён с системой UniTrain.

Для повышения КПД выходные напряжения генерируются с помощью импульсного источника электропитания. Источник питания работает в высокочастотном импульсном режиме и ширина импульсов модулируется в соответствии с выбранной формой кривой и частотой. Трёхфазный LC-фильтр реконструирует необходимое низкочастотное выходное напряжение и подавляет высокочастотную частоту модуляции и тактовую частоту.

7. Выходы фиксированного напряжения +5 V, +/- 15 V и массы

8. 96-и полюсная шина (гнездо) для подключения дополнительного модуля Экспериментатор. Схема контактов-пинов представлена в Таблице 4.1.1.

9. Инфракрасный интерфейс с диодом-передатчиком и диодом-приёмником

10. Лоток для размещения мультиметра (например, модель Lucas-Nülle Multi 13S или модель MetraHit One plus)

11. Светодиод: в стандартном рабочем режиме горит зелёным светом

В случае выполнения проектно-исследовательских работ возможно изготовление собственных плат (или использование встроенной макетной платы под пайку) совместно с 96-контактным разъемом. В таблице приведена распиновка данного разъема

Таблица 4.1.1 Описание 96-и полюсной контактной VG-планки

Пин (гнездо)	Пин (штекер)	Ряд А	Ряд В	Ряд С
32	1	Внутр. интерфейс RxD	Цифровой вход бит 0	GND (земля)
31	2	Внутр. интерфейс TxD	Цифровой вход бит 1	GND (земля)

30	3	NC	Цифровой вход бит 2	Внутр. интерфейс H
29	4	NC	Цифровой вход бит 3	Внутр. интерфейс L
28	5	NC	Цифровой вход бит 4	NC
27	6	NC	Цифровой вход бит 5	NC
26	7	Вкл.ошибок замк.контакт	8Цифровой вход бит 6	NC
25	8	Вкл.ошибок перекл.конт.	8Цифровой вход бит 7	NC
24	9	Вкл.ошибок размк.конт.	8Цифровой вход бит 8	NC
23	10	Вкл.ошибок замк.контакт	7Цифровой вход бит 9	NC
22	11	Вкл.ошибок перекл.конт.	7Цифровой вход бит 10	NC
21	12	Вкл.ошибок размк.конт	7Цифровой вход бит 11	NC
20	13	Вкл.ошибок замк.контакт	6Цифровой вход бит 12	NC
19	14	Вкл.ошибок перекл.конт.	6Цифровой вход бит 13	NC
18	15	Вкл.ошибок размк.конт	6Цифровой вход бит 14	NC
17	16	Вкл.ошибок замк.контакт	5Цифровой вход бит 15	NC
16	17	Вкл.ошибок перекл.конт.	5Цифровой выход бит 0	-24V
15	18	Вкл.ошибок размк.конт	5Цифровой выход бит 1	-24V
14	19	Вкл.ошибок замк.контакт	4Цифровой выход бит 2	+24V

13	20	Вкл.ошибок перекл.конт.	4	Цифровой выход бит 3	+24V
12	21	Вкл.ошибок размк.конт	4	Цифровой выход бит 4	EN_+/- 24 V
11	22	Вкл.ошибок замк.контакт	3	Цифровой выход бит 5	COM изменяем.напряж.
10	23	Вкл.ошибок перекл.конт.	3	Цифровой выход бит 6	COM изменяем.напряж.
9	24	Вкл.ошибок размк.конт	3	Цифровой выход бит 7	Изменяем.напряжение V3
8	25	Вкл.ошибок замк.контакт	2	Цифровой выход бит 8	Изменяем.напряжение V2
7	26	Вкл.ошибок перекл.конт.	2	Цифровой выход бит 9	Изменяем.напряжение V1
6	27	Вкл.ошибок размк.конт	2	Цифровой выход бит 10	IRDA_TX*
5	28	Вкл.ошибок замк.контакт	1	Цифровой выход бит 11	IRDA_RX*
4	29	Вкл.ошибок перекл.конт.	1	Цифровой выход бит 12	-15 V
3	30	Вкл.ошибок размк.конт	1	Цифровой выход бит 13	-15 V
2	31	+5 V		Цифровой выход бит 14	GND (земля)
1	32	+5 V		Цифровой выход бит 15	+15 V

Технические характеристики измерительного модуля приведены в таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2. Технические характеристики стенда UniTrain

Скоростной аналоговый выход / генератор	Скоростной аналоговый выход для периодического или однократного вывода свободно программируемых напряжений
---	---

функций	Форма кривой: прямоугольная с настраиваемой скважностью импульсов треугольная синусоидальная свободно программируемая (произвольная) Выходное напряжение: $\pm 10\text{ V}$ Выходной ток: макс. $\pm 200\text{ mA}$ Частотный диапазон: $0\ldots 5\text{ МГц}$
Аналоговые выходы блока питания	Три аналоговых выхода, рассчитанные на повышенную периодическую или однократного нагрузку, предназначены для свободно программируемых напряжений. Блок питания рекомендовано использовать в качестве источника постоянного, переменного или трёхфазного напряжения. Форма кривой: постоянное напряжение синусоидальная произвольно устанавливаемая Выходное напряжение: $\pm 20\text{ V DC}$ или 14 V RMS Выходной ток: макс. 1 A DC Частотный диапазон: $0\ldots 150\text{ Гц}$ Тактовая частота: $10\text{ кГц} \ldots 35\text{ кГц}$
Выходы фиксированного напряжения	Три аналоговых регулируемых выхода фиксированного напряжения $+15\text{ V}$, -15 V и 5 V Выходное напряжение: $+15\text{ V}$, -15 V, $+5\text{ V}$ Выходной ток: макс. 1 A ($\pm 15\text{ V}$), макс. $1,2\text{ A}$ (5 V)
Аналоговые измерительные входы:	Четыре скоростных дифференциальных измерительных выхода от А до D Входные гнезда: А и В на BNC-гнездах и 2-х мм втулках,

	С и D на 2-х мм втулках Входной импеданс: дифф. 1,7 МΩ 15 пФ Диэлектрическая прочность: дифф. 100 V AD-трансформатор, 4 шт.: частота дискретизации до 4 x 100 МС; разрешение 10 бит Диапазон измерений: 10 V/div, 5 V/div, 2 V/div, 1 V/div, 500 мV/div, 200 мV/div, 100 мV/div, 50 мV/div, 20 мV/div (осциллограф с функцией памяти) ±50 V, ±20 V, ±10 V, ±5 V, ±2 V, ±1 V, ±500 мV, ±200 мV, ±100 мV (вольтметр) Насыщаемость памяти: 4 x 8 K x 10 бит на А, В, С или D, возрастающий или убывающий фронт, настраиваемое срабатывание с опережением или с задержкой Два входа измерения тока Е и F Входные гнезда: Е и F на 2-х мм втулках Входное сопротивление: 0,1 Ом Частота дискретизации: 7,5 МС/сек Допустимая нагрузка по току: макс. 5 А Диапазон измерений: 3 А, 300 мА
Цифровые выходы /генератор цифровых сигналов	16 цифровых выходов предназначенных для управления и для использования в качестве программируемых цифровых источников сигнала для тестирования цифровых схем Выходы: 16 выходов, из которых 8 на 2-х мм втулках Выходное напряжение: TTL / CMOS защищено с помощью 240 Ω Выходной ток: макс. 3 мА по отношению к земле (GND) Диэлектрическая прочность: -15 V...15 V Тактовая частота 0...100 кГц
Цифровые входы /цифровой	16 цифровых входов для определения двоичных состояний и для использования в качестве цифрового

анализатор	анализатора Входы: 16 входов, из которых 8 на 2-х мм втулках Входное напряжение: TTL- / CMOS-совместимое, откp. = 0 Диэлектрическая прочность: ± 15 V Частота дискретизации: до 100 кГц Триггирование: любая желаемая комбинация входного состояния (низкое (Low), высокое (High), безразличное (Don't care)) Насыщаемость памяти: 2 К x 16 бит
Реле	8 доступных реле (реле с переключающим контактом) для использования в качестве переключателей с клавишным управлением или имитаторов ошибок, 4 из 12 штук на 2-х мм втулках Допустимая нагрузка на контакты: 1 A / 24 V DC

Работа с виртуальными приборами осуществляется в программе UniTrain Starter (VI – Starter). В основном окне программы имеется возможность выбрать измерительные приборы и источники питания (Рисунок 4.1.5). Выбор необходимого элемента осуществляется двойным нажатием по названию необходимого устройства.

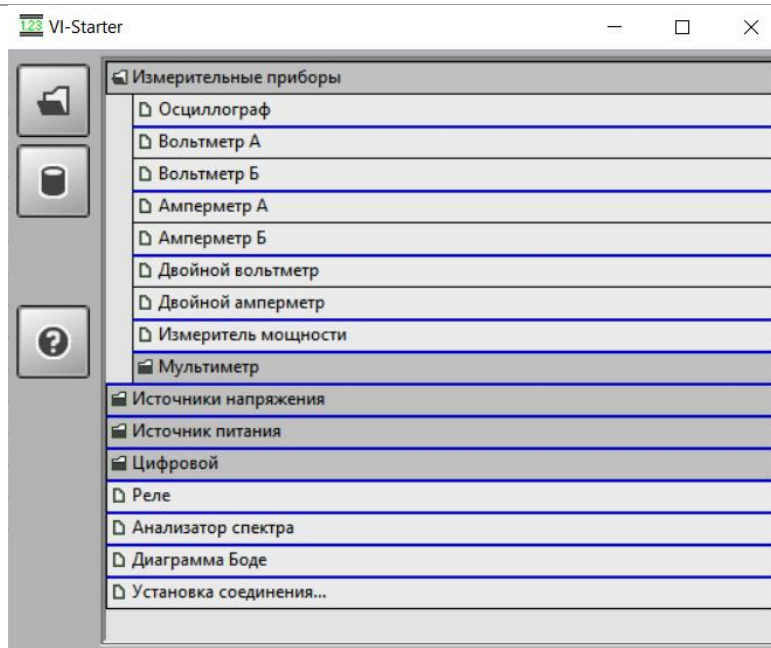


Рисунок 4.1.5 Главное окно программы VI-Starter

Далее будут рассмотрены основные виртуальные приборы, используемые в данном практикуме.

Вольтметр (А и Б) и Двойной вольтметр

Общий вид вольтметра показан на рисунке 4.1.6. В приборе есть возможность выбора режима измерения, переключения на измерение постоянного или переменного тока, а также выбора диапазона измерений. Допустимые пределы измерения вольтметра: от 100 мВ до 50 В. Погрешность измерения на пределах до 20 В равна 1 мВ, погрешность на пределе 50 В равна 0.1 В. Измерительный прибор использует следующие методы измерений:

- AV – Среднее значение
- |AV| - Среднее значение выпрямленного напряжения
- P – Амплитудное (пиковое) значение
- PP – Двойная амплитуда
- RMS – Действующее значение

Переключение режимов измерения по постоянному и переменному току осуществляется кнопками AC/DC. Подключение вольтметра осуществляется либо через канал «А», либо через канал «В». Также для расширения измерительных возможностей модуля имеется возможность подключить два дополнительных вольтметра на каналах «С» и «D».



Рисунок 4.1.6 Вольтметр (А и Б)

Амперметр (А и Б) и Двойной амперметр

На данном измерительном стенде функция амперметра реализована путем подключения параллельно к измерительным входам шунтирующего сопротивления, изменяя которое можно выбирать необходимые диапазоны измерения тока и, соответственно погрешность измерения. Пересчет силы тока производится автоматически, таким образом на экране амперметра (Рисунок 4.1.7) отображается действительное значение тока.



Рис.унок 4.1.7 Амперметр (А и Б)

Измерительный прибор использует следующие методы измерений:

- AV – Среднее значение
- |AV| - Среднее значение выпрямленного напряжения
- P – Амплитудное (пиковое) значение
- PP – Двойная амплитуда
- RMS – Действующее значение

Переключение режимов измерения по постоянному и переменному току осуществляется кнопками AC/DC. Также для расширения измерительных возможностей модуля имеется возможность подключить два дополнительных амперметра на каналах «Е» и «F». При этом на двойном амперметре имеется

два заданных предела измерений: 300 мА и 3 А для которых не требуется подключение шунтирующего сопротивления.

Осциллограф двухканальный

Осциллограф, как и вольтметр, подключается в цепь посредством каналов А и В. Имеется режим двухканальной работы. Общий вид панели осциллографа показан на рисунке 4.1.8. Дополнительно имеется возможность добавить еще 2 дополнительных измерительных канала «С» и «D» нажатием кнопки «2/4».

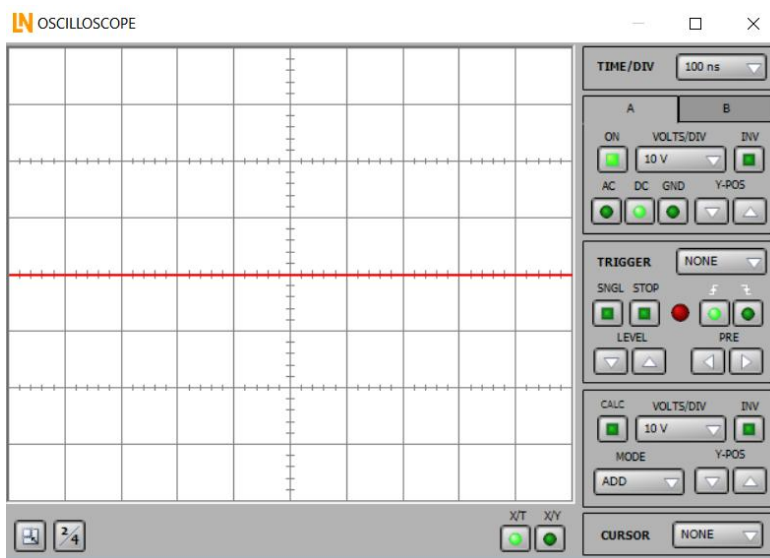


Рисунок 4.1.8 Панель двухканального осциллографа

За развертку по времени в осциллографе отвечает встроенный триггер. Также в приборе имеется возможность активировать курсор для поиска значений на осциллограмме. Активируется курсор выбором канала, на котором проводить измерения в разделе «CURSOR». Выбор масштаба по амплитуде определяется переключателем «VOLTS/DIV», а по времени – «TIME/DIV». Положение кривой по оси Y можно изменять переключателями «Y-POS».

Функциональный генератор сигналов

Генератор сигналов специальной формы запускается из панели «Источники напряжения». В генераторе имеется возможность настроить форму сигнала (синус, прямоугольник, треугольник и др.), амплитуду сигнала (в процентах от максимума, который составляет 10 В), а также частоту сигнала. Для выбора частоты имеется панель с выбором множителя для частоты, что позволяет настраивать ее в широких диапазонах. Генератор сигнала работает от выхода «S» и «Земля» на основном блоке лабораторного стенда. Выход генератора также продублирован на BNC разъем для подключения соответствующих проводов.

Дополнительный источник питания постоянного тока

Дополнительный источник постоянного тока позволяет подключить три фазы питания на блоке «Экспериментатор» через каналы V1, V2 и V3. На каждом из каналов можно выставить отдельную величину напряжения питания в диапазоне от -15 В до 15 В. Для запуска необходимо открыть раздел «Источники питания».

Сборка электронных схем при помощи макетной платы

Макетная плата (или breadboard) – это незаменимый инструмент для создания прототипов электронных схем без необходимости пайки. Она позволяет быстро и безопасно соединять компоненты, тестировать идеи и вносить изменения. В практикуме широко используется работа с макетной платой как одна из наиболее удобных методик работы с группой учащихся при наличии одного стенда UniTrain II на класс (кабинет). Далее будет подробно рассмотрено, как правильно работать с беспаячной макетной платой, собирать простейшие электронные схемы с её помощью и использовать эти приёмы работы на уроках физики.

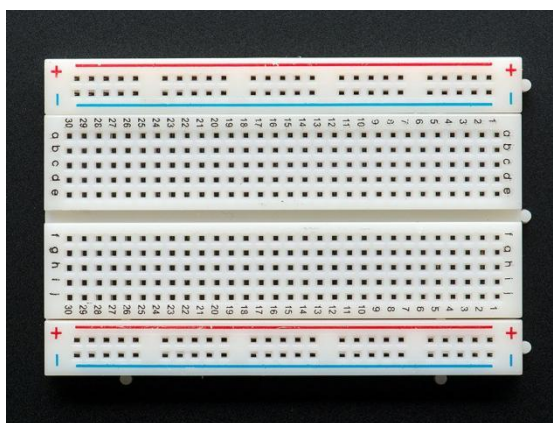


Рисунок 4.1.9 – Общий вид беспаячной макетной платы

Устройство макетной платы

Макетная плата состоит из пластикового корпуса с отверстиями, в которые вставляются компоненты и провода. Внутри платы находятся металлические контакты, которые соединяют отверстия между собой. Понимание структуры макетной платы – ключ к успешной работе.

Основные элементы:

- Ряды и колонки: Отверстия на макетной плате организованы в ряды и колонки. Обычно отверстия в одном ряду соединены между собой. Например, если вы вставите два провода в отверстия одного ряда, они будут электрически соединены. Для удобства монтажа на плату наносится координатная сетка, имеющая цифровые и буквенные обозначения. Строки имеют цифровое обозначение, их количество зависит от размеров

макетной платы. Столбцы имеют обозначения соответствующие буквам латинского алфавита (от «а» до «z»). Столбцы структурированы по 5 штук, между каждыми имеется разделитель. Строки не имеют соединений между собой, при этом все столбцы на каждой из строк соединены общей шиной (Рисунки 4.1.9 - 4.1.10).

- Центральная разделительная линия: В середине платы находится разделительная линия, которая разрывает соединение между рядами. Это полезно для подключения микросхем, так как их ножки можно разместить по разные стороны от линии.
- Питание и земля: По краям платы часто расположены две длинные полосы (обычно красная и синяя). Они используются для подключения питания (+) и земли (-). Эти полосы удобны для распределения питания по всей схеме.

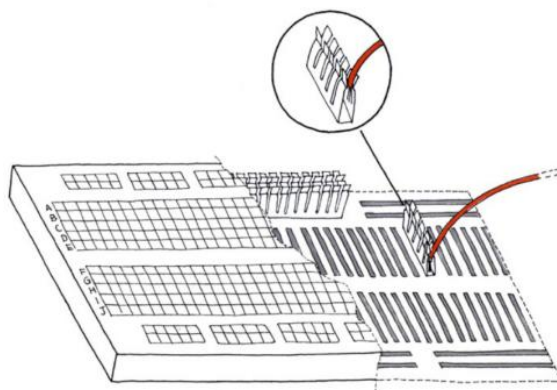


Рисунок 4.1.10 – Схема соединений элементов макетной платы

Пример схемы, собранной при помощи макетной платы приведён на рисунке 4.1.11.

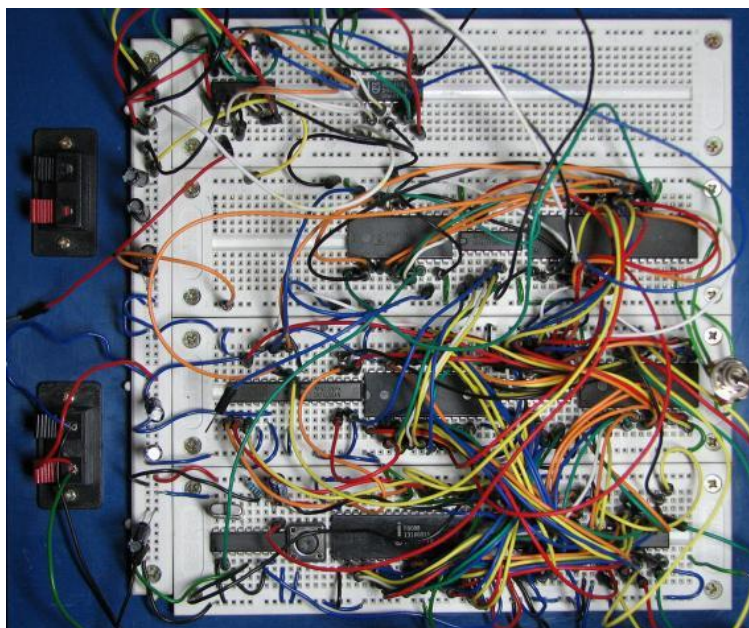


Рисунок 4.1.11 – Пример сложной схемы, собранной на макетной плате

При использовании стенда UniTrain макетная плата устанавливается в специальный слот на блоке «экспериментатора», однако это не является обязательным фактором для её правильного функционирования. Для удобства сборки вместо соединительных проводов между элементами рекомендуется использовать «общую шину» макетной платы. В рамках данного практикума провода, в основном, будут использоваться для подключения измерительных приборов и генераторов сигналов/напряжения.

2. Работа с цифровой лабораторией Vernier LabQuest 2

LabQuest 2 – это портативная цифровая лаборатория от компании Vernier, предназначенная для проведения экспериментов в области физики, химии, биологии и других наук. Устройство оснащено сенсорным экраном и позволяет подключать различные датчики для измерения физических величин, таких как температура, давление, сила, ускорение, напряжение и многое другое. LabQuest 2 может работать автономно или в сочетании с компьютером, планшетом или смартфоном через USB или беспроводное соединение. В нем есть встроенные функции для сбора, анализа и графического отображения данных, что делает его удобным инструментом для образовательных целей и научных исследований.

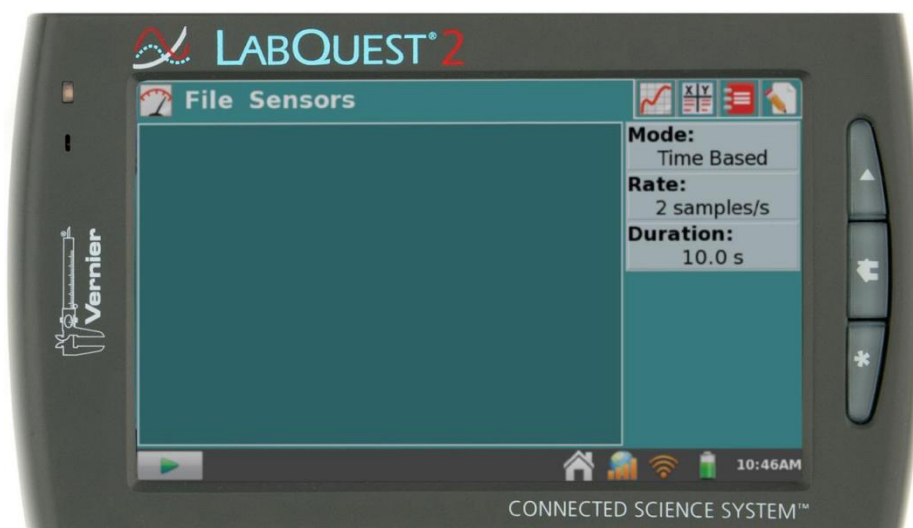


Рисунок 4.2.1 Общий вид блока LabQuest 2.

Подготовка к работе и быстрый запуск измерений

1. Включение устройства: нажмите кнопку включения, расположенную на корпусе.

2. Подключение датчиков: вставьте нужный датчик в соответствующий порт (DIG или CH). Датчик автоматически определится цифровой лабораторией LabQuest 2 и покажет текущие показания датчика на главном экране. Отображение данных происходит в реальном времени в виде графиков, таблиц или числовых значений.

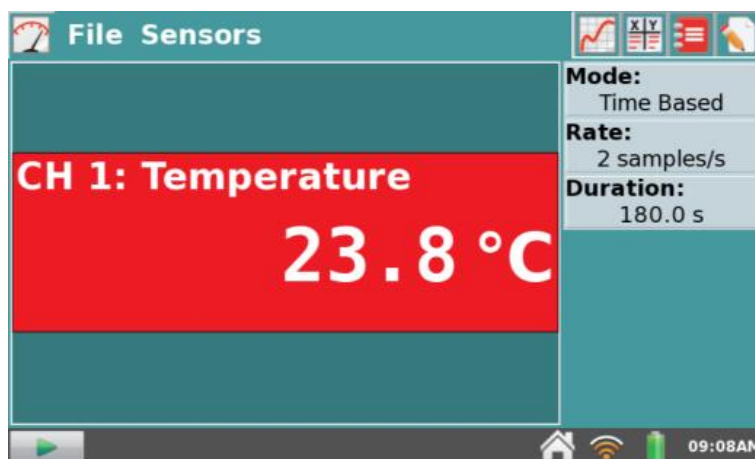


Рисунок 4.2.2 Показания с датчика температуры на канале №1

3. Нажмите на кнопку запуска измерений в левой нижней части экрана для начала записи данных с датчика.

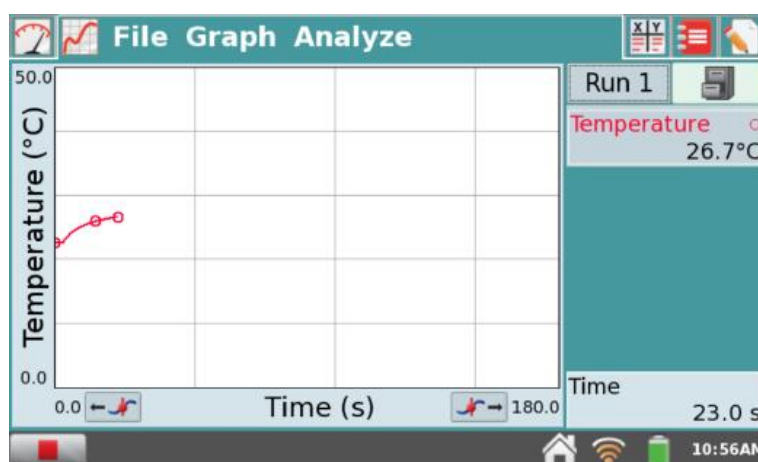


Рисунок 4.2.3 Получение показаний с датчика температуры

4. По завершении измерений нажмите в левой нижней части экрана на кнопку «Stop».

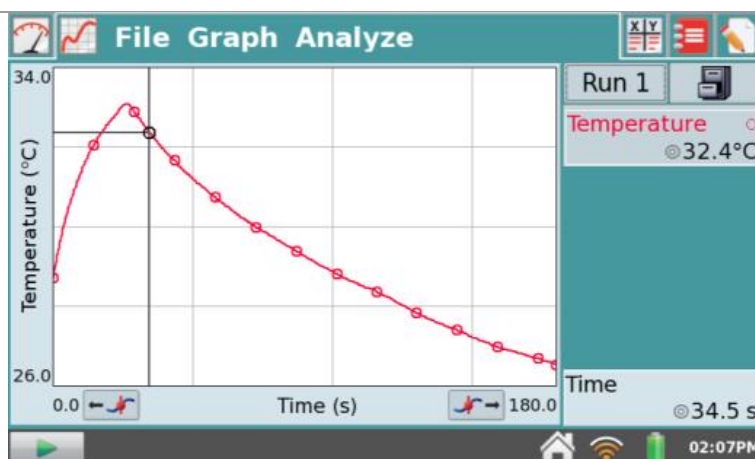


Рисунок 4.2.4 Записанный результат измерения температуры

5. После получения результата можно сделать выводы по полученным результатам или продолжить обработку с помощью встроенных инструментов.

В случае, если датчик показывает ошибочное значение, ему может понадобиться калибровка. Калибровка датчиков выполняется по следующему алгоритму:

1. Выберите датчик на экране.
2. Нажмите кнопку “Калибровка” и следуйте инструкциям на экране. Для каждого датчика существует собственная процедура калибровки, которая позволит получить точные показания с прибора при проведении эксперимента

В ряде случаев (например, при выполнении проектно-исследовательских работ) при проведении эксперимента может потребоваться более глубокая настройка измерительного устройства. Лаборатория LabQuest 2 имеет много встроенных функций для построения любого физического эксперимента. Рассмотрим некоторые из них:

1. Каждое новое измерение в LabQuest 2 это новый проект. Его можно сохранить на карту памяти или во внутреннюю память устройства для последующего использования или расширенного анализа данных. Элементы работы с каждым новым проектом находятся во вкладке «Файл» на верхней панели экрана.
2. В случае необходимости, в этом меню есть раздел «Экспорт» для выгрузки всех данных измерений в текстовый формат для последующей обработки сторонними приложениями (например, в электронных таблицах или с помощью программирования на Python).

3. После подключения датчика, при нажатии на него, откроется дополнительное окно с настройками:

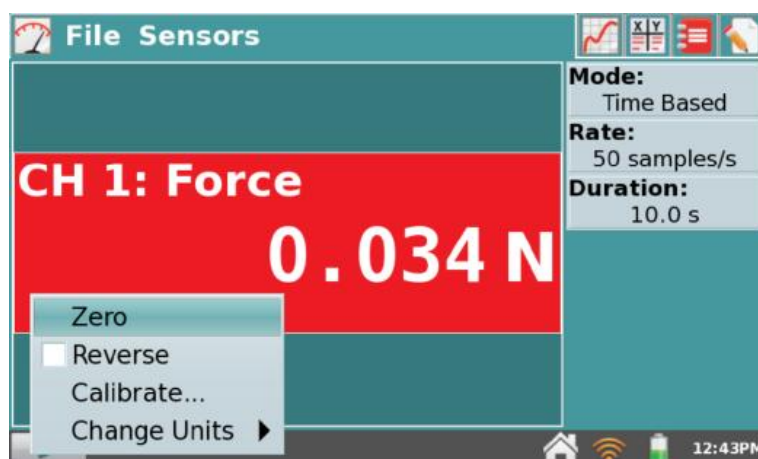


Рисунок 4.2.5 Окно дополнительных настроек датчика

4. Кроме процедуры калибровки, о которой было написано ранее, в этом меню можно тарировать (обнулить показания) датчика нажатием кнопки «Zero» а также изменить единицу измерения при необходимости. Также по желанию, можно поменять цифровое отображение данных на аналоговую шкалу, параметры которой также задаются в настройках:

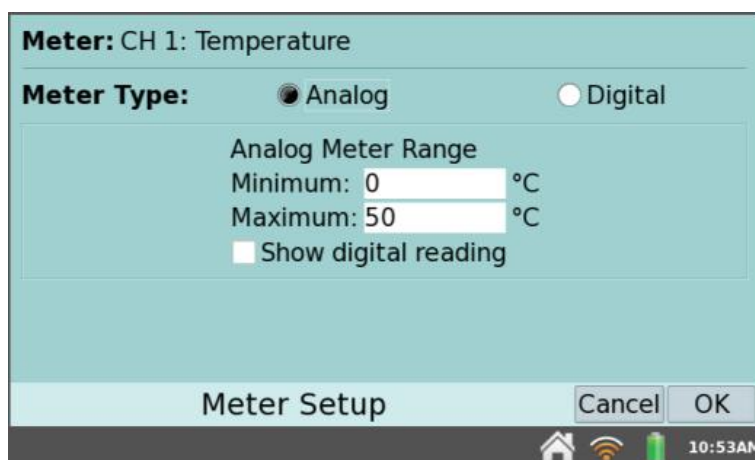


Рисунок 4.2.6 Настройка аналоговой шкалы

5. При нажатии на кнопку меню «Sensors» на верхней панели инструментов откроется окно дополнительных настроек датчиков и измерений:

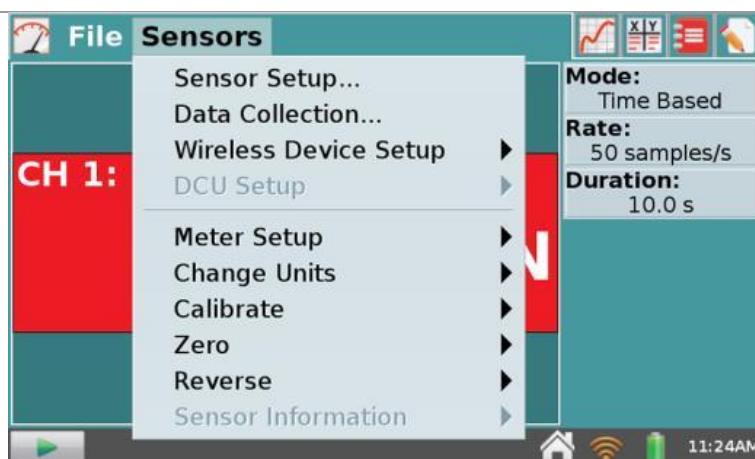


Рисунок 4.2.7 Окно дополнительных настроек измерений

При нажатии на раздел «Data Collection» появится возможность гибко настроить способ измерения с помощью имеющихся датчиков. Наибольший интерес имеет возможность настройки времени измерения и частоты снятия показаний в режиме «Time Based», а также настройка режимов работы с фотороторами и вводом данных.

6. Кроме базовых настроек режимов измерения в этом же меню возможно добавить элементы логики в процесс измерения, например, начало измерений по превышению или понижению показаний второго датчика до определённого уровня, или срабатывания цифрового датчика (например, фоторотор или кнопки). Эти настройки выполняются в разделе «Triggering»

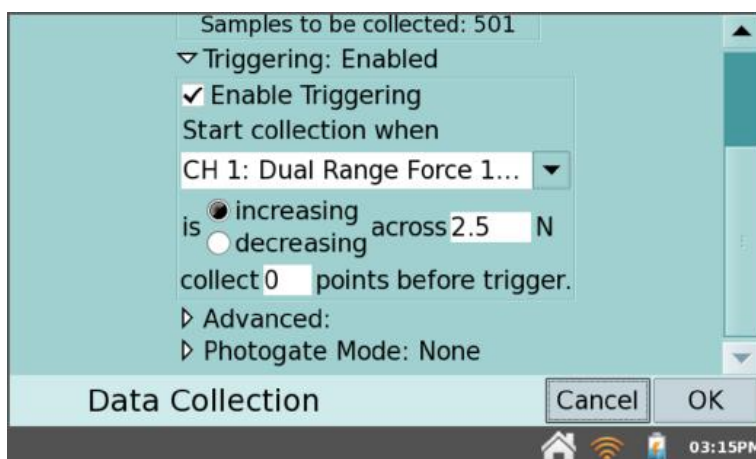


Рисунок 4.2.8 Настройка измерений с элементами простейшей логики

7. Иногда эксперименты зависят от величины, отличной от времени. Например, в эксперименте по закону Бойля-Мариотта исследуется давление как функция объема газа. В режиме "События с вводом данных" информация о времени не записывается. В этом режиме необходимо ввести название и единицы измерения для каждой независимой переменной. Также у вас есть возможность усреднить

данные за десять секунд и записать усредненное значение. Во время сбора данных в режиме "События с вводом данных" появляется кнопка «Кеер» (Сохранить). Нажмите ее, чтобы зафиксировать значение с датчика (например, давление газа). После этого LabQuest предложит вам ввести значение независимой переменной (например, объем газа). Данные с датчика отображаются на графике в зависимости от независимой переменной.

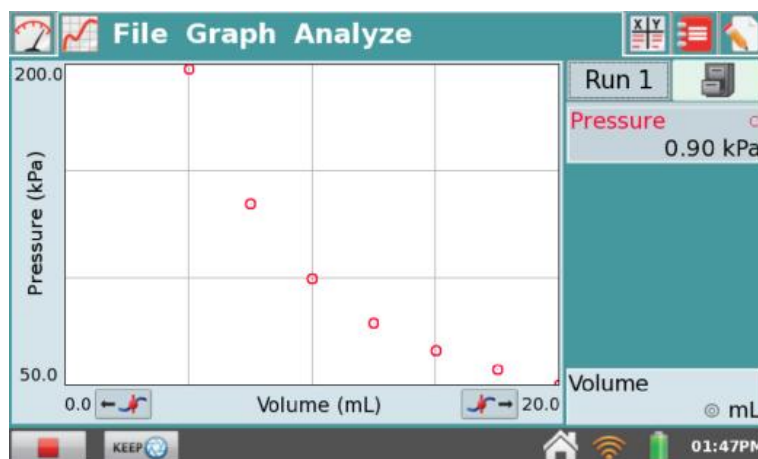


Рисунок 4.2.9 Эксперимент в режиме «Событие с вводом данных»

8. LabQuest 2 поддерживает режим работы с использованием фотодатчиков (фоторот). Когда фотодатчик подключен, LabQuest автоматически переходит в режим "Тайминг фотодатчика". В этом режиме есть два варианта завершения сбора данных:

- Нажать кнопку Stop (Стоп).
- Завершить сбор данных после определенного количества событий.

При этом каждая пара "перекрытие/разблокировка" фотодатчика считается за два события.

9. При проведении измерений данные отображаются в виде графика. При этом на верхней панели появляется дополнительная кнопка меню «Graph». При ее нажатии появится возможность гибко настроить формат отображения графика на экране, настроить масштаб по осям координат, вид графика (точки, линии и т.д.), а также выбрать, какой график необходимо отобразить в данный момент работы.

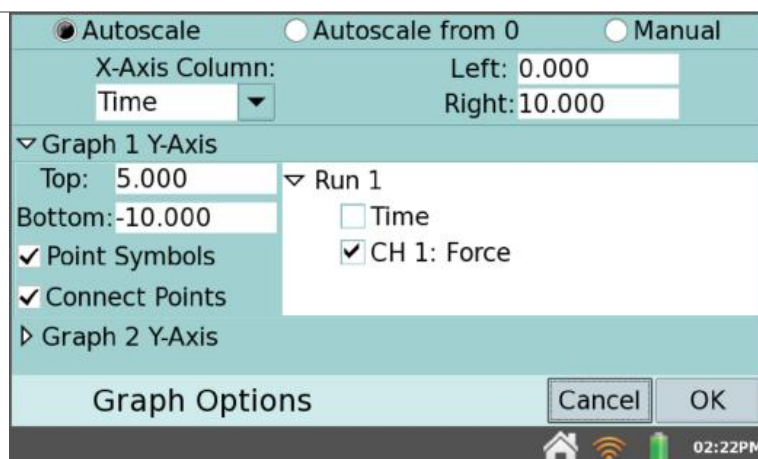


Рисунок 4.2.10 Настройки отображения графика

Важной особенностью цифровой лаборатории LabQuest 2 является возможность проведения анализа результатов эксперимента в приложении, причем в системе имеется широкий набор функций для анализа результатов, что дает возможность получить конечные данные не прибегая к обработке с помощью сторонних приложений. LabQuest 2 имеет следующие основные функции для анализа данных:

1. Масштабирование графика, чтобы детально рассмотреть выбранные области. Выбор отдельных точек на графике для анализа, а также области графика для проведения последующих расчетов. Кроме того, данные можно отобразить и посмотреть в виде таблицы для исключения промахов и расчетов погрешностей.

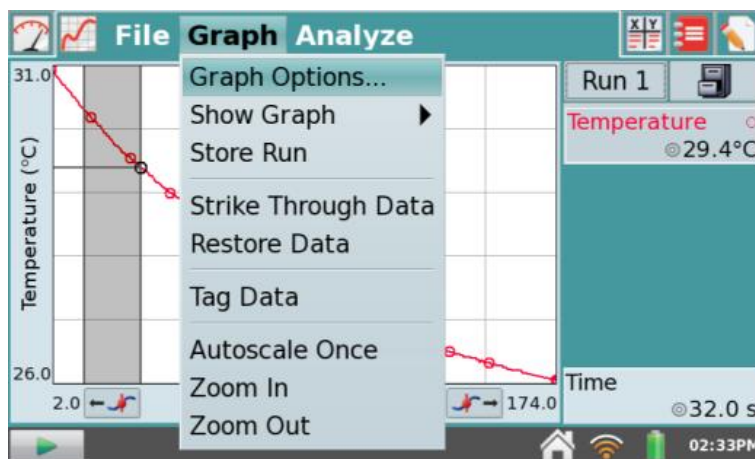


Рисунок 4.2.11 Настройки графика для анализа данных

2. Для расширенного анализа данных используется дополнительная вкладка на верхней панели «Analyze». В ней имеется возможность определить угловой коэффициент полученной зависимости (производную), определить площадь под графиком (интеграл), отобразить статистические данные (в том числе погрешности).

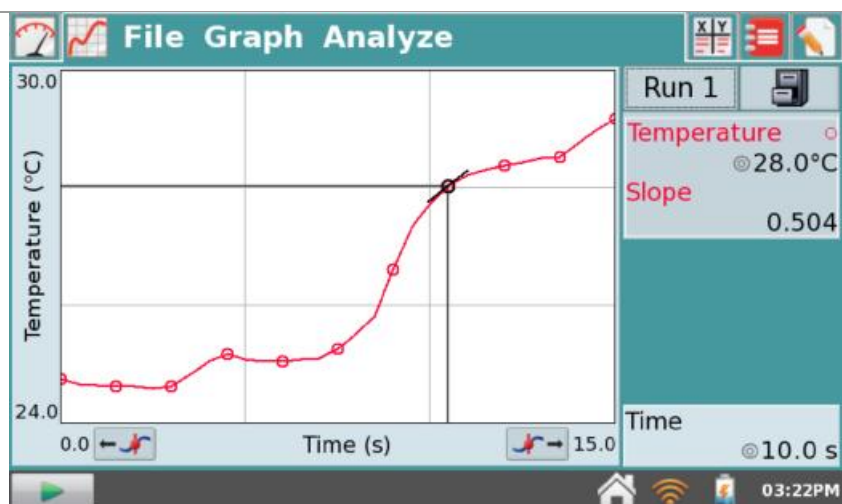


Рисунок 4.2.12 Определение углового коэффициента (производной) в точке

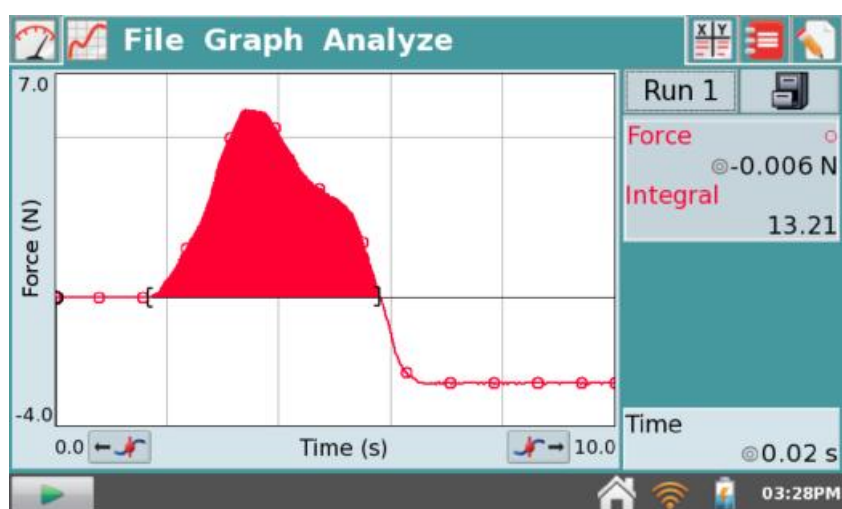


Рисунок 4.2.13 Определение площади под выбранной областью графика (интеграл)

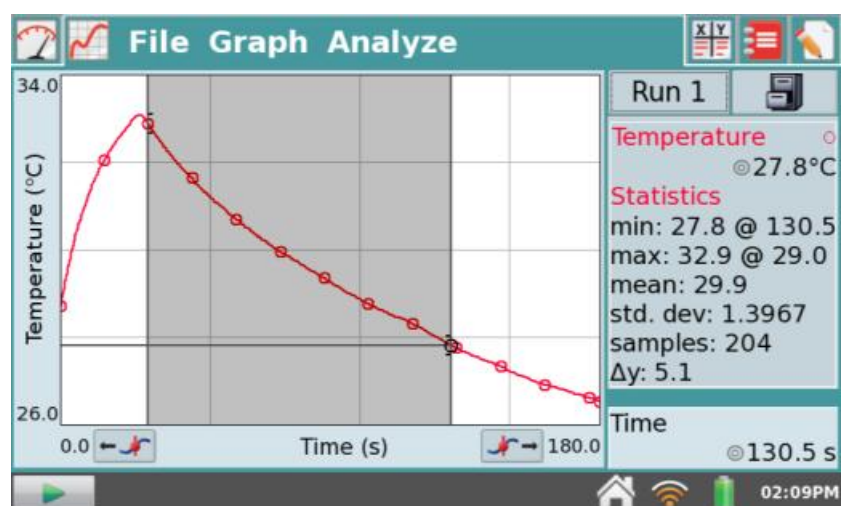


Рисунок 4.2.14 Определение статистических характеристик функции в выбранной области

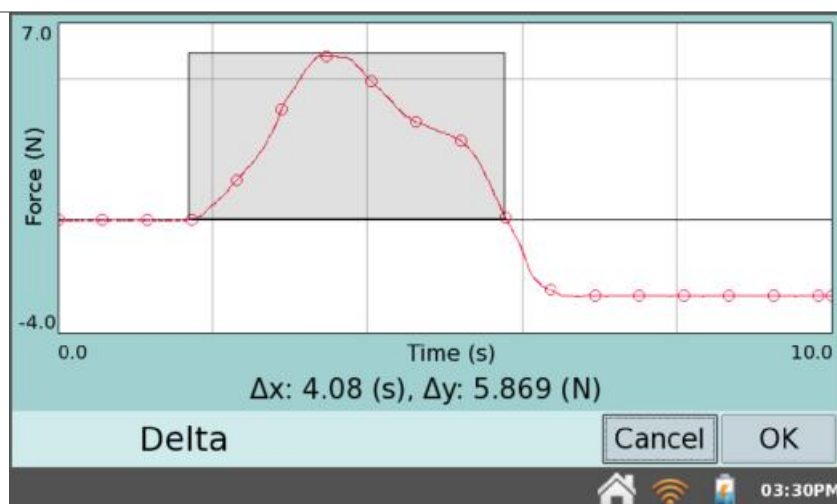


Рисунок 4.2.15 Определение раницы величин по осям в выбранной области

3. В случае, когда с помощью LabQuest 2 был получен итоговый график (не требующих дополнительных манипуляций с данными), возможно проведение его аппроксимации. Аппроксимация выполняется с помощью встроенной функции «Curve Fit» методом наименьших квадратов. Доступна аппроксимация широким набором функций, включая полиномиальные, экспоненциальные. При выполнении расчета также учитывается погрешность, отображаемая после коэффициентов уравнения («RMSE»).

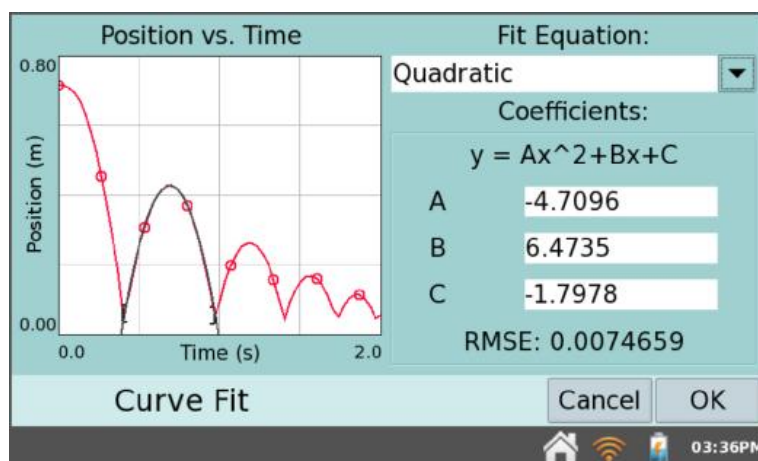


Рисунок 4.2.16 Аппроксимация графика по методу наименьших квадратов

После того как была выполнена аппроксимация кривой, можно использовать инструмент интерполяции, чтобы получить значения из аппроксимированной функции. Для этого необходимо выбрать пункт «Interpolate» в меню «Analyze», а затем нажать на график. Линии, связанные с курсором теперь указывают на положение на аппроксимированной функции. Координаты вдоль этой линии отображаются на панели справа от графика.

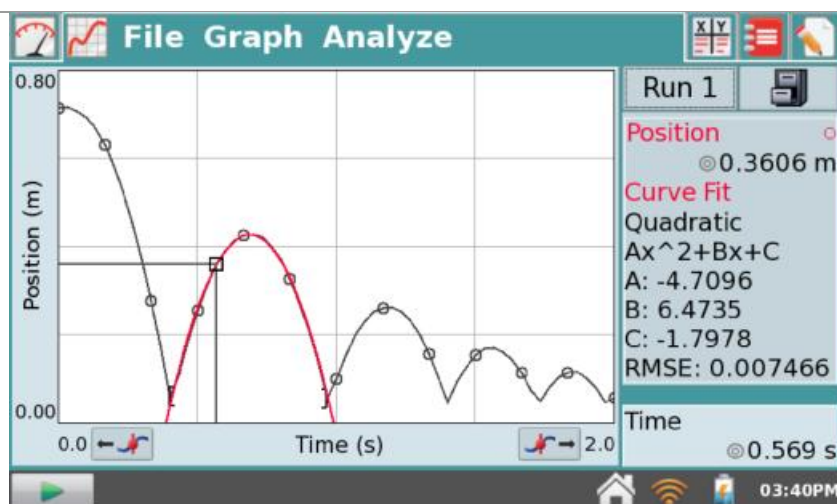


Рисунок 4.2.17 Режим интерполяции графика

Кроме встроенных функций, можно использовать свою собственную функцию, перейдя в раздел «Model».

4. Кроме работы с графиками, в LabQuest 2 можно работать и с табличными данными, выполняя обработку полученных результатов аналогично подобным инструментам в электронных табличных редакторах. Для работы с таблицами на верхней панели инструментов необходимо выбрать символ таблицы (следующий за символом графика) для перехода в табличный режим

Time (s)	Position (m)
0.00	0.027
0.05	0.060
0.10	0.130
0.15	0.270
0.20	0.471
0.25	0.663
0.30	0.806
0.35	0.867
0.40	0.799

Рисунок 4.2.18 Табличный режим и его свойства

В табличном режиме можно как работать с полученными данными, так и добавлять собственные, а также вести их обработку, выполняя автоматические расчёты в новых колонках и строках. Все выполненные действия будут сохранены в проекте (при нажатии на кнопку сохранения в разделе «Файлы») и могут быть далее использованы в том числе в сторонних приложениях.

5. Кроме работы с данными, существует раздел «Заметки» где в печатном виде можно оставлять собственные комментарии к обработанным данным, а также полезные заметки про проводимый эксперимент.

Vernier LabQuest 2 является мощным инструментом для проведения школьных научных экспериментов и проектно-исследовательских работ, предоставляющий возможность выполнить все операции с физическими измерениями и анализом данных на одном устройстве, не прибегая к дополнительным программам обработки. Кроме того, в функционале устройства имеется возможность сохранить графики и таблицы не только как числовые данные, но и как картинку и даже распечатать на принтере непосредственно с измерительного устройства. Используя весь функционал данной цифровой лаборатории можно сделать эксперименты интересней и увлекательней.

3. Выполнение измерений с помощью цифровых датчиков Vernier и программируемым контроллером NI myRIO в программе LabView.

Учебная платформа NI MyRIO создана для школьников и студентов в качестве инструмента для решения инженерных задач. MyRIO обладает развитым набором ресурсов позволяющих производить управление внешними устройствами, а также осуществлять сбор и обработку информации. Платформа содержит двухъядерный программируемый процессор ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 667 МГц и программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) Xilinx, которую учащиеся смогут использовать для начала разработки систем и быстрого решения встающих перед ними задач. NI MyRIO содержит программируемый чип Zynq-7010, позволяющий в полной мере использовать возможности LabVIEW, как для приложений реального времени, так и для ПЛИС. Вместо долгих часов, затраченных на отладку кода или разработку пользовательского интерфейса, учащиеся смогут воспользоваться интуитивно понятным графическим языком программирования LabVIEW обладающим “низким порогом” освоения и сконцентрироваться на разработке алгоритмов и подходов, без дополнительного затрат на изучение среды разработки.

NI MyRIO – реконфигурируемая платформа, предназначенная для многократного использования. С его помощью учащиеся смогут освоить широкий круг инженерных концепций и научиться создавать сложные проекты с использованием современных технологий. Возможности работы с ПЛИС и реальным временем, а также встроенный Wi-Fi модуль позволяют запускать приложения удаленно и без подключения к компьютеру. Три разъема (2 порта расширения NI MyRIO (MXP) и один порт NI miniSystems (MSP), идентичный разъему NI myDAQ) передают и получают сигналы от датчиков и электрических схем, используемых учащимся в их системах. NI MyRIO содержит в общей сложности 40 цифровых линий ввода/вывода с поддержкой режимов широтно-импульсной модуляции, энкодера; линий интерфейсов: UART, SPI и I2C; восемь односторонних аналоговых входов; два дифференциальных аналоговых входа; четыре односторонних аналоговых выхода; и два общих аналоговых выхода, позволяющие подключать большое количество сенсоров, устройств и программируемых контроллеров системы. Вся необходимая функциональность встроена и предварительно настроена в базовом функционале ПЛИС, и позволяет использовать платформу без необходимости подключения дополнительных плат расширения для решения выбранных задач. Операционная система реального времени установленная

на NI MyRIO позволит учащимся решать инженерные задачи физического эксперимента прямо сейчас – от лабораторных установок и радиоуправляемых машин до медицинских приборов. Легкий в освоении, и обладающий полной функциональностью в базовой поставке NI MyRIO прост для запуска, а учащиеся легко могут освоить его и использовать в качестве основного инструмента разработки.

Полностью настроенная ПЛИС установлена в устройство на стадии производства, так что новички могут перейти к функциональным основам без программирования ПЛИС для нормального функционирования системы. Тем не менее есть возможность использовать собственную прошивку ПЛИС, когда учащиеся дойдут до работы с ПЛИС и настройки поведения устройства под нужды текущей задачи. С учетом гибких возможностей устройства, учащиеся могут использовать его и на начальном этапе обучения и для полноценной разработки проектов.

Запись логов

Работа с MyRIO осуществляется путем программирования ПЛИС в среде графического программирования LabVIEW. Мы понимаем, что не все обладают навыками работы в данной среде, поэтому предусмотрели возможность записи показаний с датчиков в файл .csv для дальнейшей их обработки с помощью других языков программирования.

Запись логов может осуществляться на ПК, на котором запускается исполняемая программа, а также на флеш накопитель, вставляемый в MyRIO.

Сначала необходимо записать данные в массив путем нажатия кнопки “запись в массив” (1) (см. рисунок 4.3.1). Пока она нажата, в массив будут записываться считанные значения с датчиков. При полном заполнении массива старые данные будут стираться, а новые записываться. Размер массива задается в поле “размер массива с данными”, рекомендуется задавать его до запуска программы. При отжатии кнопки записи в массив (1) данные перестанут записываться.

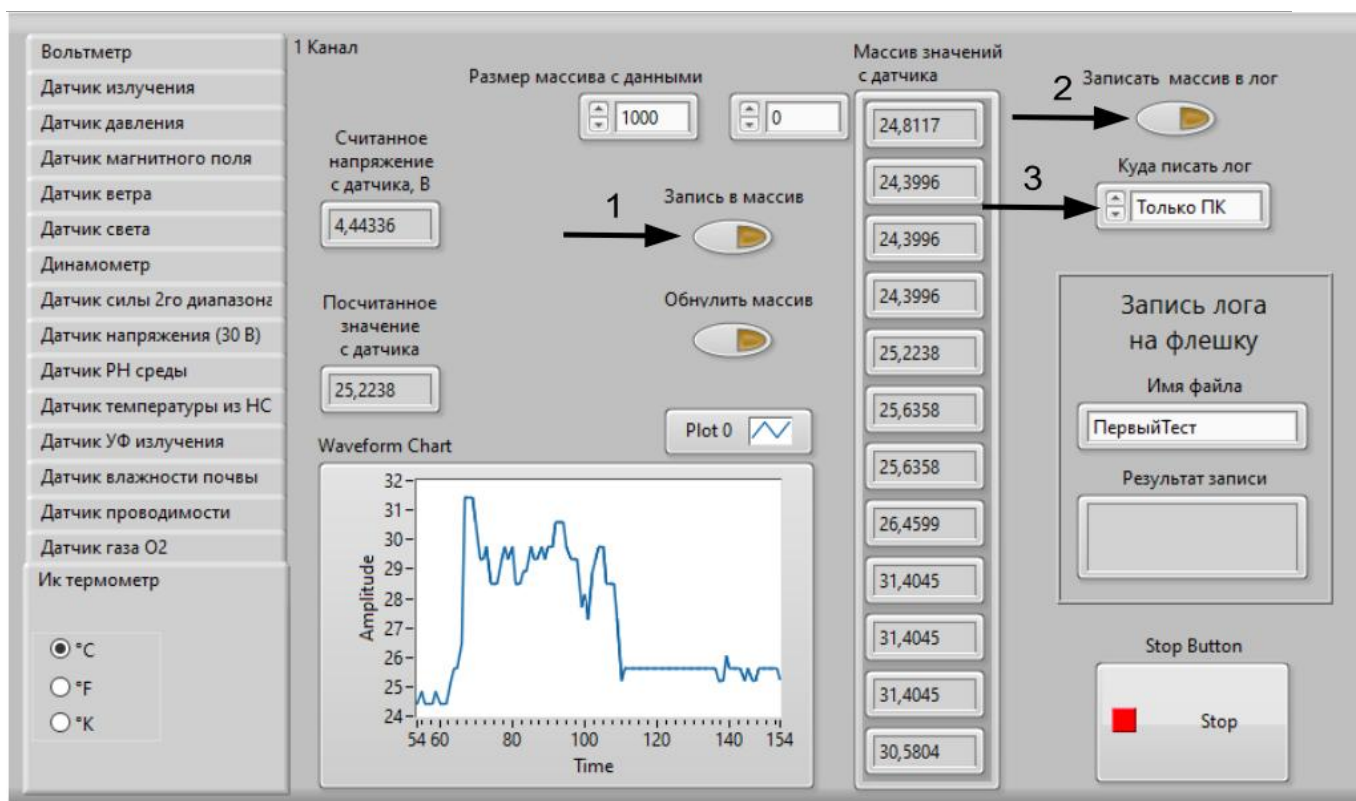


Рисунок 4.3.1 Запись данных в массив и лог

Для записи логов в ПК необходимо открыть файл “запись считанных данных в лог” в главном проекте, в подпункте “My computer”, как показано на рисунке 4.3.2.

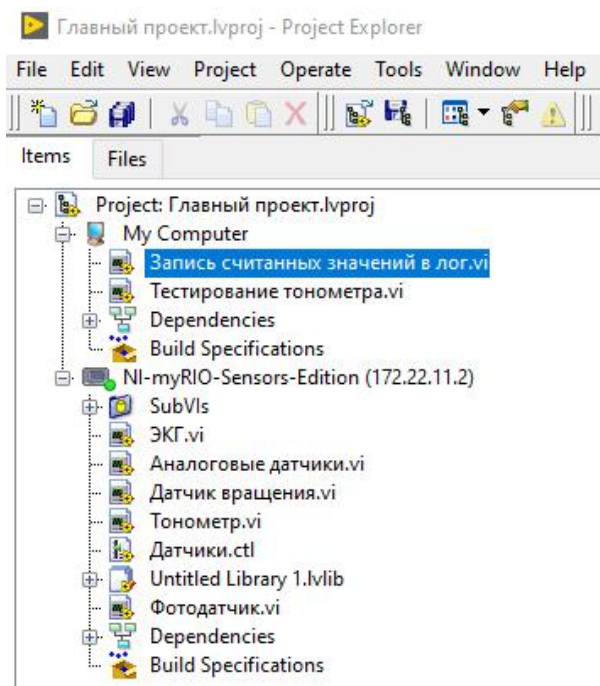


Рисунок 4.3.2 Файл записи логов в ПК.

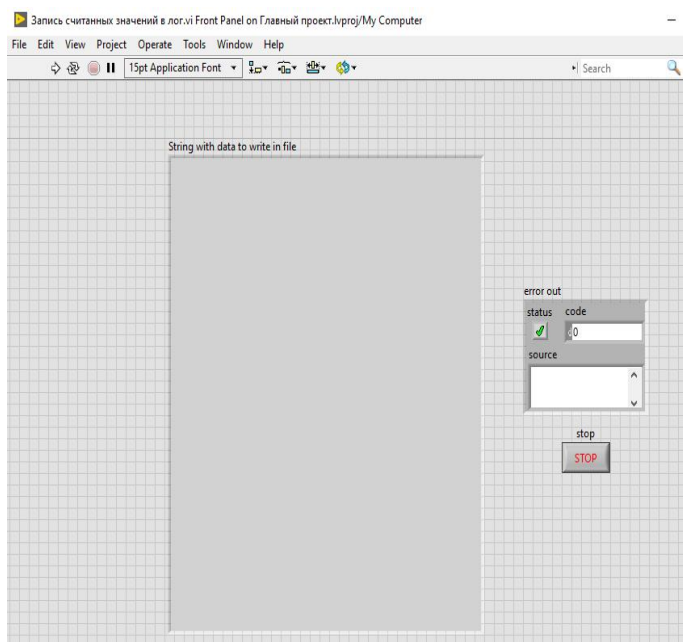


Рисунок 4.3.3 Программа записи логов в ПК.

Для записи данных в ПК необходимо запустить программу (см. рисунок 4.3.3), после чего откроется окно, в которое нужно вписать название для файла с логом (см. рисунок 4.3.4). После чего данные с MyRIO будут записаны в папку “логи” по адресу ...\\Проект-датчики на MyRIO\\Логги .

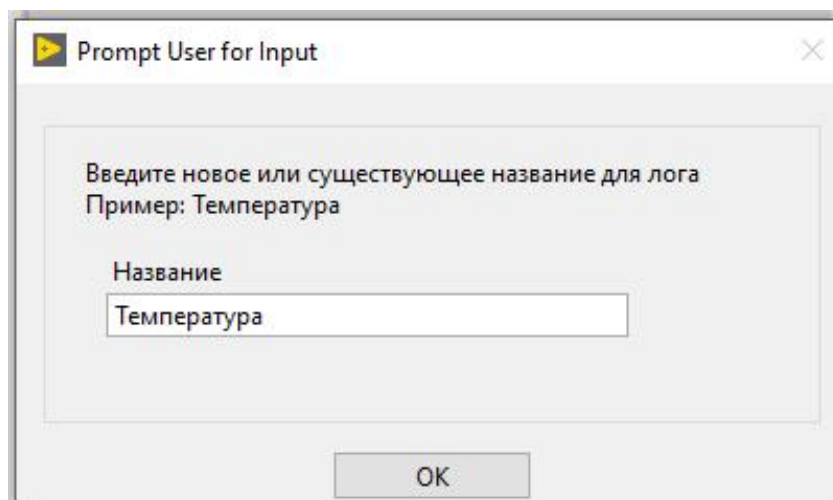


Рисунок 4.3.4 Название файла с логом

Для записи данных во флеш носитель необходимо вставить его в USB-A разъем в MyRIO, в графе “куда писать лог” выбрать вариант “Флешка и ПК”(3) и нажать на кнопку “записать массив в лог”(2).

Динамометр

Ручной динамометр можно использовать для измерения силы хвата или силы щипка, а также для проведения исследований мышечной усталости. Используя соответствующее оборудование и программное обеспечение для сбора данных, вы можете строить графики, записывать, рассчитывать и сравнивать силовые показатели или показатели усталости мышц захвата руки. Этот датчик можно использовать отдельно или в сочетании с другими датчиками (например, датчиком ЭКГ) для исследований мышечного здоровья и активности.



Как работает датчик

Ручной динамометр — это датчик изометрической силы на основе тензодатчика. Этот датчик преобразует приложенную силу в напряжение, которое считывается в желаемых единицах силы. Ручной динамометр выдает значения в ньютонах (N), фунтах (LBS) или килограммах (kg).

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера (см. рисунок 4.3.5).

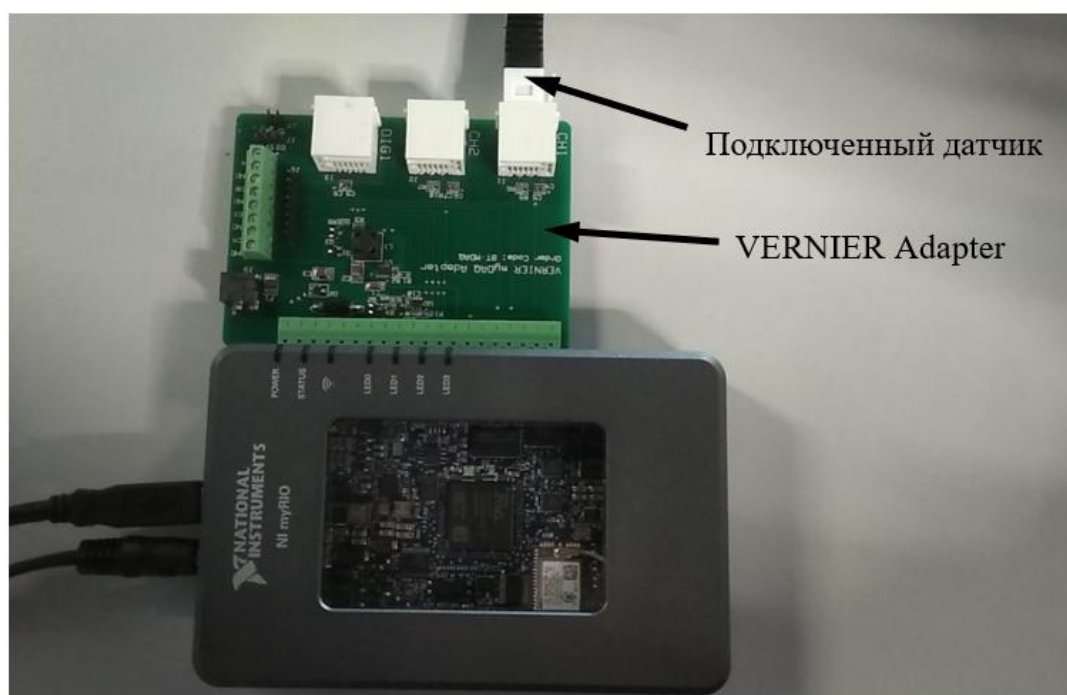


Рисунок 4.3.5 Подключение датчика к NI MyRIO.

Открываем основной проект. Для этого открываем файл, указанный на рисунке 4.3.6. В появившемся окне выбираем файл Аналоговые датчики, как показано на рисунке 4.3.7.

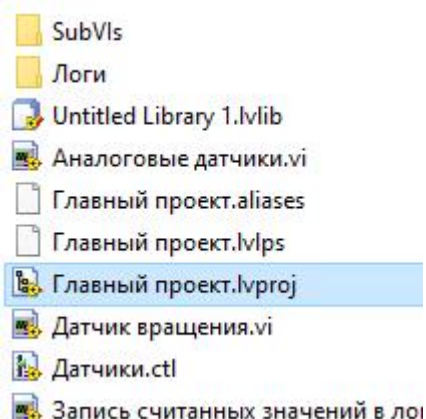


Рисунок 4.3.6 Открытие проекта.

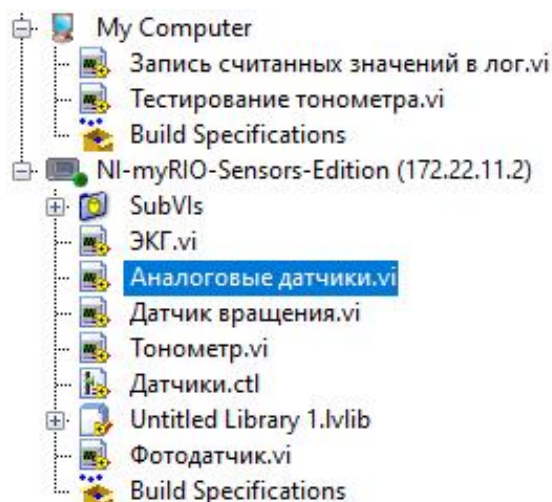


Рисунок 3.4.7 Основной файл проекта.

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку динамометра. На открытой вкладке можно выбрать размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.8).

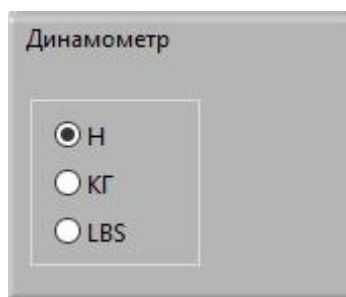


Рисунок 4.3.8 Вкладка динамометра

Запускаем проект. Для этого нужно нажать на стрелочку в верхнем правом углу (см рисунок 4.3.9).

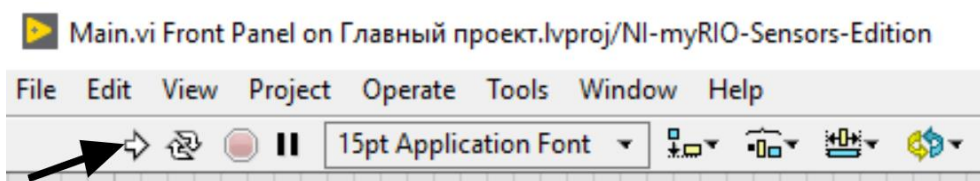


Рисунок 4.3.9 Кнопка запуска проекта

Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Для остановки работы программы нужно нажать на кнопку STOP (см. рисунок 4.3.10).

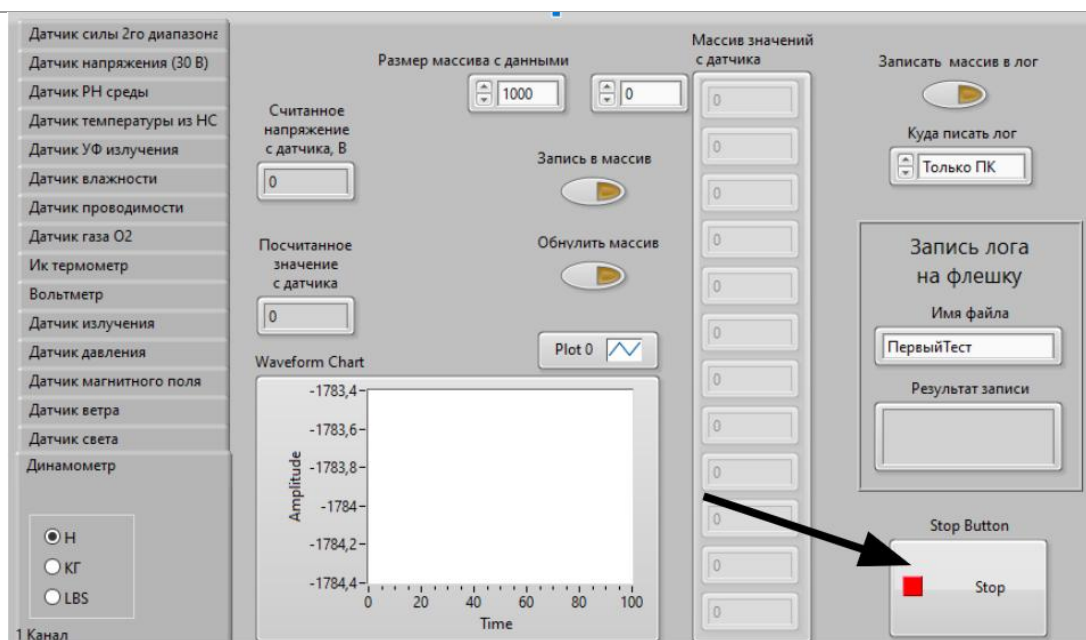


Рисунок 4.3.10 Кнопка остановки проекта

Ручной динамометр можно использовать для измерения силы хвата или силы сжатия.

Сила хвата оценивается путем удерживания датчика в вертикальном положении с рукой, перпендикулярной телу, и пальцами на подушечке. Силу можно измерить, применяя давление для серии коротких захватов или в течение длительного времени.



Чтобы оценить силу сжатия, держите датчик в одной руке за корпус, избегая контакта с подушечками. Используя большой и указательный пальцы другой руки, поместите каждый из них на противоположные подушечки сжатия и сожмите.



Возможные варианты использования этого датчика

Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика.

Определите, зависят ли сила хвата и сжатия от возраста.

Сравните силу хвата руки с силой щипка. Разработайте и проведите исследование, чтобы выяснить, есть ли между ними корреляция.

Измерьте мышечную усталость, прилагая максимальную силу хвата и сохраняя хват как можно дольше. Определите, одинаково ли время мышечной усталости для всех участников и есть ли различия между возрастными группами и полом. Спрогнозируйте результаты повторных испытаний для каждого члена группы.

Измерьте влияние многократного сжатия теннисного мяча на силу захвата. Сжимайте мяч крепко каждый вечер пятьдесят раз в течение месяца. В начале месяца измерьте и запишите базовую силу захвата; в конце месяца запишите силу захвата руки и проанализируйте, как эти значения сравниваются.

Определите, есть ли корреляция между размером руки и силой хвата. Рассмотрите такие факторы, как окружность запястья и предплечья в отношении силы хвата и какие мышечные комплексы участвуют в силе хвата и силе щипка.

Измерьте силу захвата руки для доминирующей и недоминантной руки, удерживая динамометр в нейтральной не поддерживающей позе с датчиком в недоминантной руке. Начните сбор данных, удерживая датчик нейтральным захватом с закрытыми глазами. Исследуйте, что объясняет сходства и различия.

Технические характеристики динамометра

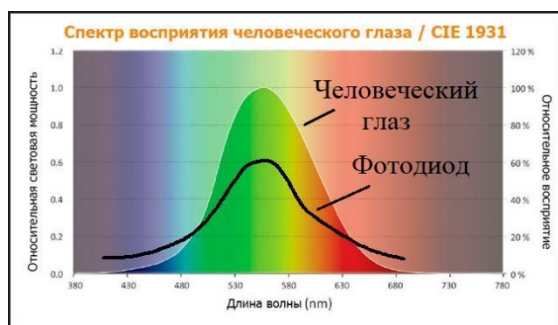
Specifications

Default calibration (N)	slope: 176.8325 intercept: -19.5057
Default calibration (kg)	slope: 18.0320 intercept: -1.9890
Default calibration (lbs)	slope: 39.7536 intercept: -4.3851
12-bit resolution	0.2159 N
Power	7 mA @ 5VDC
Safety range (maximum force without damage to the sensor)	0 to 850 N
Operational range:	0 to 600 N

Датчик освещенности

Датчик освещенности может использоваться для измерения интенсивности света в различных ситуациях.

Как работает датчик



Датчик

использует кремниевый фотодиод. Он вырабатывает напряжение, пропорциональное интенсивности света. Спектральная реакция приближается к реакции человеческого глаза, как показано на этой диаграмме.



Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика освещенности. На открытой вкладке можно выбрать разрешение, с которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.11).

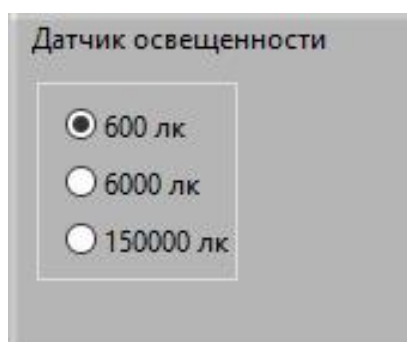


Рисунок 4.3.11 Вкладка датчика освещенности

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Переключатель на коробке используется для выбора диапазона. Если показания датчика достигают максимума для выбранных диапазонов, вам необходимо переключиться на менее чувствительный диапазон. Если показания очень малы или равны 0, вам необходимо выбрать более чувствительный диапазон.

Диапазон 0–600 люкс – самый чувствительный. Он полезен при низких уровнях освещенности.

Диапазон 0–6000 люкс – это хороший диапазон общего назначения для измерения уровня освещенности в помещении.

Диапазон 0–150 000 люкс используется в основном для измерений при солнечном свете.

Возможные варианты использования этого датчика

Ниже приведён список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика.

- Проведите исследования с использованием поляризованных фильтров.
- Продемонстрируйте мерцание люминесцентных и других ламп.
- Проведение исследований солнечной энергии.
- Проведите исследования отражательной способности.
- Изучите интенсивность освещения в различных частях дома или школы.
- Используйте его как часть исследования роста растений для измерения интенсивности света.

Технические характеристики датчика освещенности

Specifications

Resolution	0–600 lux: 0.2 lux 0–6000 lux: 2 lux 0–150000 lux: 50 lux
Default calibration values	0–600 lux slope: 154 lux/V intercept: 0 lux 0–6000 lux slope: 1692 lux/V intercept: 0 lux 0–150000 lux slope: 38424 lux/V intercept: 0 lux

Датчик магнитного поля

Датчик магнитного поля измеряет векторную составляющую магнитного поля вблизи наконечника датчика. Наконечник можно отрегулировать, что позволяет пользователю измерять поля, параллельные или перпендикулярные длинной оси датчика. Датчик магнитного поля можно использовать для множества интересных экспериментов с магнитными полями.



Как работает датчик

Датчик использует преобразователь Холла. Он создает напряжение, линейное с магнитным полем. Датчик измеряет компонент магнитного поля, перпендикулярный белой точке на конце наконечника датчика. Показание положительное, когда белая точка на датчике указывает на магнитный южный полюс.



Переключатель на валу датчика используется для выбора диапазона. В диапазоне 6,4 мТл каждый вольт, измеренный преобразователем, представляет 32 гаусса ($3,2 \times 10^{-3}$ тесла). Диапазон датчика составляет ± 64 гаусса или $\pm 6,4 \times 10^{-3}$ тесла. В диапазоне 0,3 мТл каждый вольт, измеренный преобразователем, представляет 1,6 гаусса ($1,6 \times 10^{-4}$ тесла). Диапазон датчика составляет $\pm 3,2$ гаусса или $\pm 3,2 \times 10^{-4}$ тесла.



Если держать трубку датчика вертикально, а наконечник — горизонтально, и вращать ее до тех пор, пока не будет обнаружено максимальное напряжение, наконечник с белой точкой будет указывать на магнитный север. Магнитное наклонение в вашем регионе можно определить, удерживая трубку так, чтобы белая точка была обращена на север, и вращая конец датчика трубки вниз, пока напряжение не достигнет максимума. Угол наклона наконечника от вертикали — это магнитное наклонение.

Обратите внимание, что северный полюс свободно подвешенного магнита указывает на север, поскольку магнитный полюс Земли в северном полушарии — это южный магнитный полюс.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика магнитного поля. На открытой вкладке можно выбрать разрешение и размерность, с которыми будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.12).

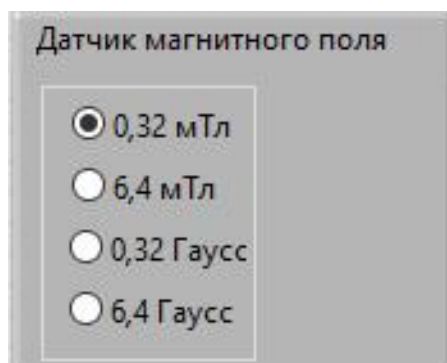


Рисунок 4.3.12 Вкладка датчика магнитного поля

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Используйте переключатель на валу датчика, чтобы выбрать подходящий диапазон.

- Диапазон 6,4 мТл используется для измерения относительно сильных магнитных полей вокруг постоянных магнитов и электромагнитов.
- Диапазон 0,32 мТл используется в основном для измерения магнитного поля Земли и очень слабых полей. Его можно использовать и для других магнитов, но датчик должен оставаться в одном положении, чтобы на показания не влияло фоновое поле Земли.

Непрактично калибровать датчик магнитного поля без ссылки на известный источник магнитного поля. Однако полезно обнулить датчик магнитного поля. Разместите датчик и обнулите его с помощью программного обеспечения для сбора данных. Перемещайте источник магнитного поля, а не датчик, чтобы исследовать пространственные изменения поля.

Перемещение датчика сбивает ноль, поскольку фоновое магнитное поле в вашей лаборатории, вероятно, меняется в зависимости от положения. Для экспериментов по измерению пространственного изменения магнитного поля лучше обнулить датчик, а затем перемещать источник в различные положения.

Ниже приведён список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика.

- Измерение и изучение магнитного поля Земли.
- Определите направление на магнитный север.
- Изучите магнитное поле вблизи постоянного магнита.
- Измерьте поле вблизи провода с током.
- Измерьте поле в отверстии соленоида.

Технические характеристики датчика магнитного поля

Specifications

Sensor location	~1 cm from the wand tip with the white dot as indicated by the white line on newer sensors
Resolution	± 0.32 mT range: 0.0002 mT ± 6.4 mT range: 0.004 mT
Stored calibration value (± 0.32 mT range in millitesla)	slope: 0.160 mT/V intercept: -0.320 mT
Stored calibration value (± 6.4 mT range in millitesla)	slope: 3.225 mT/V intercept: -8.063 mT
Stored calibration value (± 0.32 mT range in gauss)	slope: 1.6 gauss/V intercept: -3.2 gauss
Stored calibration value (± 6.4 mT range in gauss)	slope: 32.25 gauss/V intercept: -80.625 gauss

Датчик давления газа

Датчик давления газа используется для контроля изменений давления в экспериментах по газовым законам в химии, биологии и физике.

Как работает датчик

Датчик в этом устройстве имеет мембрану, которая изгибается при изменении давления. Этот датчик предназначен для измерения абсолютного давления. Одна сторона мембраны представляет собой вакуум, а другая сторона открыта для атмосферы. Датчик выдает выходное напряжение, которое изменяется линейно с абсолютным давлением. Он включает в себя специальную схему для минимизации ошибок, вызванных изменениями температуры.



Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика давления газа. На открытой вкладке можно выбрать размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.13).

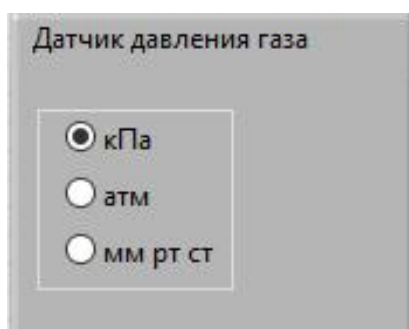


Рисунок 4.3.13 Вкладка датчика давления газа

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Технические характеристики датчика давления газа

Specifications

Pressure range	0 to 210 kPa (0 to 2.1 atm or 0 to 1600 mmHg)
Maximum pressure that the sensor can tolerate without permanent damage	405 kPa
Accuracy using factory calibration	± 4 kPa
Accuracy using one-point custom calibration at atmosphere	± 3 kPa
Response time	10 ms
Internal Volume	0.8 mL
Default calibration values*	kPa: slope = 51.71, intercept = -25.86 atm: slope = 0.5103, intercept = -0.25 mm Hg: slope = 387.8, intercept = -190.4

Пиранометр

Пиранометр измеряет мощность электромагнитного излучения в ваттах на квадратный метр. Он чувствителен к ближнему инфракрасному, видимому и ультрафиолетовому диапазонам, где сосредоточена почти вся солнечная энергия. Он отлично подходит для экспериментов с солнечными элементами и расчёта их эффективности. Датчик защищён от атмосферных воздействий и имеет куполообразную верхнюю часть, что позволяет ему работать при широком диапазоне углов падения солнечных лучей.



Идеальный пиранометр измеряет весь солнечный спектр, от 280 до 2800 нм. Однако около девяноста процентов энергии солнечного света находится в длинах волн от 300 до 1100 нм. Пиранометр Vernier обнаруживает весь этот спектр.

Пиранометр Vernier имеет косинусную коррекцию и разработан для сохранения точности при падении излучения под разными углами. Косинусная реакция, когда солнце находится под углом 75° к зениту, составляет ± 5 процентов. Зенитные углы более 75° вносят менее 3 процентов ежедневной радиации.

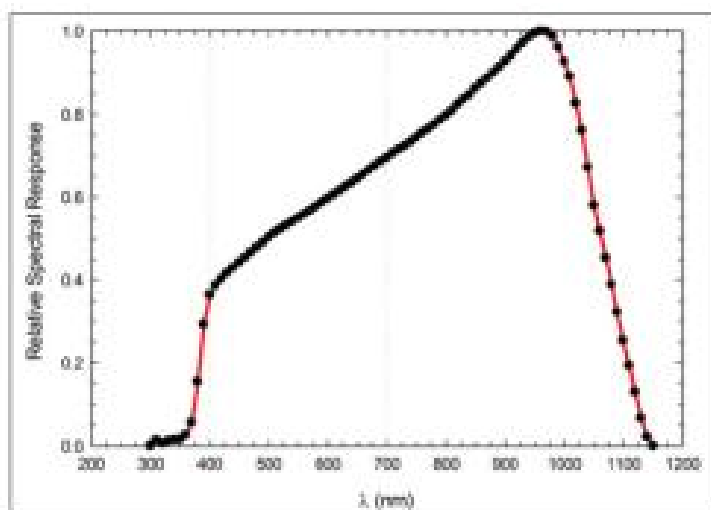


Рисунок 4.3.14 Спектральная характеристика пиранометра Vernier

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку пиранометра. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.15).

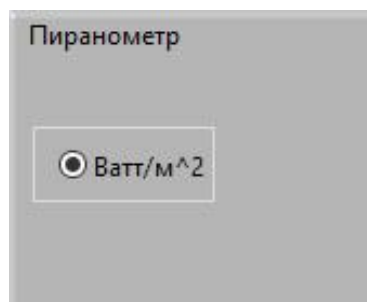


Рисунок 4.3.15 Вкладка пиранометра

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Возможные варианты использования датчика

Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика.

- Мониторинг энергии Солнца в течение нескольких дней
- Определение эффективности солнечной панели
- Исследование солнечных панелей:
- Каков оптимальный наклон панели?
- Насколько отслеживание положения солнца по вертикали (изменение угла наклона в течение дня) повышает эффективность панелей?
- Насколько влияет отслеживание положения солнца по горизонтали (поворот панелей с востока на запад) на эффективность панелей?
- Как эффективность зависит от температуры панели?
- Насколько сильное влияние оказывают незначительная пыль и грязь на эффективность панели?

Технические характеристики пиранометра

Specifications

Irradiance range	0 to 1100 W/m ² (in full sun)
Absolute accuracy	±5%
Repeatability	±1%
Long-term drift	Less than 3% per year
Cosine response	45° zenith angle: 1% 75° zenith angle: ±5%
Wavelength covered	370–1140 nm
Current draw	300 µA
Resolution	0.3 W/m ²
Sensor dimensions	2.4 cm diameter by 2.75 cm height cable length: 5 m
Materials	Anodized aluminum with cast acrylic lens
Operating environment	–40 to 70°C 1–100% relative humidity Designed for continuous outdoor use The sensor can be submerged in water. The black electronics box should be kept dry.
Stored calibration values	slope: (250 W/m ²) / volt intercept: 0 W/m ²

Вольтметр



Дифференциальный датчик напряжения предназначен для исследования основных принципов электричества. Используйте этот датчик для измерения напряжений в цепях переменного и постоянного тока низкого напряжения. С диапазоном $\pm 6,0$ В. Эта система идеально подходит для использования в цепях «батарея и

лампочка».

Как работает датчик

Дифференциальный датчик напряжения измеряет разность потенциалов между зажимом V+ (красный) и зажимом V– (черный). Датчики напряжения имеют дифференциальные входы. Напряжение измеряется относительно черного зажима, а не заземления цепи. Это позволяет проводить измерения непосредственно между элементами цепи без ограничений общего заземления. Датчики напряжения можно использовать для измерения как отрицательных, так и положительных потенциалов.

Выход этой системы линеен относительно производимого ею измерения. Встроенный усилитель позволяет измерять положительные и отрицательные напряжения. Поскольку многие лабораторные интерфейсы могут считывать напряжения только в диапазоне от 0 до 5 вольт, усилитель смещает и усиливает входящий сигнал так, чтобы выход всегда находился в диапазоне от 0 до 5 вольт.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку вольтметра. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.16).

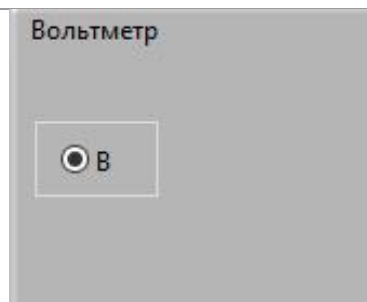


Рисунок 4.3.16 Вкладка вольтметра

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Дифференциальный датчик напряжения предназначен для использования в качестве вольтметра. Провода должны быть размещены на элементе цепи. Диапазон дифференциального входа составляет от -6 вольт до $+6$ вольт. Предусмотрена защита от перенапряжения, так что немного более высокие напряжения не повредят датчик. НИКОГДА не используйте высокие напряжения или бытовой переменный ток с этим датчиком.

Технические характеристики вольтметра

Specifications

Differential Voltage Probe input voltage range	$\pm 6.0\text{V}$
Maximum voltage on any input	$\pm 10\text{ V}$
Input impedance (to ground)	$10\text{ M}\Omega$
Linearity	0.01%
Resolution	3.1 mV
Supply voltage	5 VDC
Supply current (typical)	9 mA
Output voltage range	$0\text{--}5\text{ V}$
Transfer function	$V_o = -0.4 (V_+ - V_-) + 2.5$
Default calibration values	slope: -2.5 V/V intercept: 6.25 V

Анемометр

Анемометр – это прибор для измерения скорости ветра.

Как работает датчик

Анемометр Vernier – это анемометр крыльчатого типа с осью вращения, параллельной направлению ветра. Он использует магнит, расположенный в крыльчатке, и индуктор. Ветер вызывает вращение крыльчатки, магнита и вала. Вращение магнита создает электрический сигнал, пропорциональный скорости ветра.



Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку анемометра. На открытой вкладке можно выбрать размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.17).

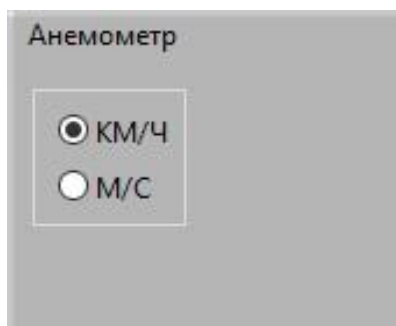


Рисунок 4.3.17 Вкладка анемометра

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Чтобы использовать анемометр, держите его так, чтобы ветер дул прямо в анемометр. Это заставит крыльчатку вращаться.

Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика:

- Измерьте скорость потока воздуха, создаваемого вентилятором с переменной скоростью.

- Используйте анемометр и датчик энергии, чтобы исследовать влияние конструкции, количества и размера роторов и лопастей на выход электроэнергии ветряной мельницы.
- Используйте анемометр и инфракрасный термометр, чтобы определить, как скорость ветра влияет на скорость охлаждения объекта.
- Выясните, почему скорость ветра над сушей ниже, чем над океаном.
- Для определения направления ветра используйте анемометр и компас.

Технические характеристики анемометра

Specifications

Operational range	0.5–30 m/s
Power	7 mA @ 5VDC
Operating temperature	0°C to 50°C
Storage temperature	–20°C to 60°C

Датчик температуры (температурный зонд из нержавеющей стали)

Температурный зонд из нержавеющей стали – это прочный датчик температуры общего назначения, который можно использовать в органических жидкостях, солевых растворах, кислотах и основаниях. Используйте его, как термометр для экспериментов по химии, физике, биологии, наукам о Земле и наукам об окружающей среде.



Как работает датчик

Этот зонд использует термистор NTC 20 кОм, который является переменным резистором. При повышении температуры сопротивление уменьшается нелинейно. Наилучшим приближением для этой нелинейной характеристики является уравнение Стейнхарта-Харта. При 25°C сопротивление составляет приблизительно 4,3% на °C. Интерфейс измеряет значение сопротивления, R, при определенной температуре и преобразует сопротивление с помощью уравнения Стейнхарта-Харта:

$$T = [K_0 + K_1 (\ln 1000R) + K_2 (\ln 1000R)^3]^{-1} - 273,15$$

где T – температура (°C), R – измеренное сопротивление в кОм, $K_0 = 1,02119 \times 10^{-3}$, $K_1 = 2,22468 \times 10^{-4}$, и $K_2 = 1,33342 \times 10^{-7}$.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика температуры. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.18).

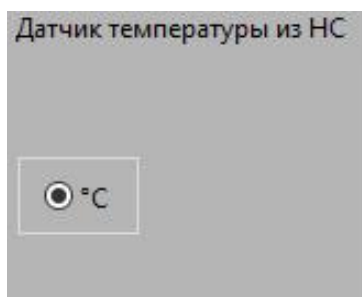


Рисунок 4.3.18 Вкладка датчика температуры

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Вот некоторые общие рекомендации по использованию:

- Ручка зонда изготовлена из формованного пластифицированного Santoprene. Хотя этот материал очень устойчив к химическим веществам, мы рекомендуем вам избегать погружения зонда за пределы части из нержавеющей стали.
- Всегда тщательно мойте зонд после использования.

Технические характеристики датчика температуры

Specifications

Temperature range	−40 to 135°C (−40 to 275°F)
Maximum temperature that the sensor can tolerate without damage	150°C
Resolution	0.17°C (−40 to 0°C) 0.03°C (0 to 40°C) 0.1°C (40 to 100°C) 0.25°C (100 to 135°C)
Temperature sensor	20 kΩ NTC Thermistor
Accuracy	±0.2°C at 0°C, ±0.5°C at 100°C
Response time (time for 90% change in reading)	10 seconds (in water, with stirring) 400 seconds (in still air) 90 seconds (in moving air)
Probe dimensions	Probe length (handle plus body): 15.5 cm Stainless steel body: length 10.5 cm, diameter 4.0 mm Probe handle: length 5.0 cm, diameter 1.25 cm

Датчик УФ-В излучения



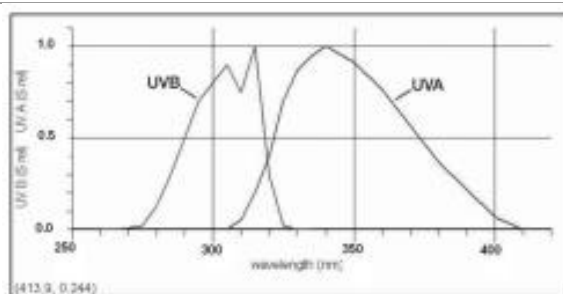
Датчик УФ — это датчик ультрафиолетового света, который реагирует в первую очередь на излучение УФ (приблизительно от 265 до 322 нм). Датчик УФ рекомендуется для экспериментов с солнечным светом.

Как работает датчик

Датчик УФ построен на основе широкополосного УФ-чувствительного кремниевого фотодиода. Дiode вырабатывает ток, пропорциональный интенсивности УФ-излучения. Фильтр, селективный по длине волны, ограничивает свет, падающий на диод, только в области УФ-В. Сигнал от диода усиливается и отправляется на выход.

УФ-терминология

Датчики Vernier UVB и UVA реагируют на определенные области электромагнитного спектра. Область длин волн от 320 до 400 нм обычно называется излучением UVA, а от 280 до 320 нм называется излучением UVB. Длины волн короче 280 нм попадают в спектр UVC. Ни один из датчиков Vernier не чувствителен к излучению UVC.



Растения и животные по-разному реагируют на три типа УФ-излучения. Хотя УФ-излучение С очень вредно для растений и животных, оно почти полностью поглощается озоном в атмосфере Земли. Часть УФ-излучения В проходит через атмосферу, хотя степень поглощения критически зависит от угла наклона солнца и количества озона на пути света. Считается, что УФ-излучение В вызывает покраснение кожи (эритему), катаракту и рак кожи. УФ-излучение А также может вызывать эти эффекты на коже человека, но в меньшей степени. Общепризнано, что УФ-излучение В представляет собой основную опасность для человека, но все чаще показано, что УФ-излучение А вызывает отсроченные, но значительные повреждения кожи и глаз. Стандартный спектр эритемного (или солнечного ожога) действия представляет собой объединенную оценку относительной чувствительности кожи в зависимости от длины волны. Поскольку знания о том, как УФ-излучение влияет на кожу, улучшаются со временем, эритемный спектр может не отражать последние представления об опасности УФ-излучения.

Существует несколько способов измерения интенсивности и экспозиции УФ-излучения. Обычная единица измерения освещенности — мВт/см^2 , но также используется упрощенная система УФ-индекса. УФ-индекс на самом деле является прогнозом, а не измерением. Для сравнения с прогнозом некоторые УФ-датчики можно калибровать по УФ-индексу. Однако, поскольку УФ-индекс включает в себя взвешивание длины волны, соответствующее спектру эритемного действия, только датчики, соответствующие эритемному спектру, можно логически калибровать по УФ-индексу. Поэтому датчик УФВ не может сообщать УФ-индекс.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту С NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика УФ-В излучения. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.19).

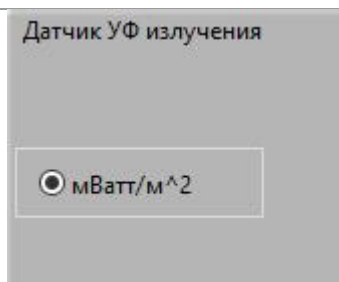


Рисунок 4.3.19 Вкладка датчика датчика УФ-В излучения

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Технические характеристики датчика УФ-В излучения

Specifications

UV peak sensitivity	one volt per 204 mW/m ² at 300 nm
Wavelength sensitivity region, approximate	265 to 322 nm, 10% sensitivity points. See graphs for more detail.
12-bit resolution	0.25 mW/m ²
Dimensions	21 cm by 2 cm diameter
Time response	approximately 2 seconds to reach 95% of final reading
Stored calibration	slope (gain): 204 mW/(m ² V) intercept (offset): 0
Irradiance	$V_{out} * 204 \text{ mW}/(\text{m}^2 \text{ V})$

Датчик температуры (инфракрасный термометр)



Инфракрасный термометр — это бесконтактный прибор для измерения температуры с быстрым откликом. Датчик работает путем измерения инфракрасного излучения, излучаемого объектами. Для большинства объектов вы просто направляете датчик на объект и считываете его температуру.

Описание инфракрасного термометра

Инфракрасный термометр оснащен автоматической подсветкой, простым включением / выключением и лазерным прицеливанием по кругу. Датчик можно использовать как автономный измеритель или подключить к интерфейсу сбора данных. Чувствительный элемент инфракрасного термометра расположен на торце датчика. Показания датчика отображаются в °C. При подключении к интерфейсу сбора данных данные можно собирать в других приборах, например, °F и K. Сбоку от чувствительного элемента вы найдете прозрачное пластиковое окошко. За этим окошком находится лазер, который используется для наведения датчика на цель. Не смотрите в это окно, когда включен лазер. Измерение температуры в инфракрасном диапазоне с помощью этого датчика основано на фиксированном значении коэффициента излучения объекта. Это значение хорошо подходит для многих повседневных предметов, например, кожи, дерева, бетона, воды и стекла; однако есть объекты, которые не поддаются этому измерению, например, блестящие металлы. Датчик имеет встроенный датчик освещенности, расположенный рядом с кнопкой MEAS. Этот датчик управляет функцией автоматической подсветки. Инфракрасный термометр питается от 4 батареек типа AAA, которые вставлены в заднюю часть датчика. Когда батарейки разрядятся, на ЖК-дисплее появится индикатор низкого заряда батареи.

Принцип работы инфракрасного термометра

Все объекты излучают инфракрасное излучение. Количество излучаемого излучения пропорционально температуре объекта и его способности излучать инфракрасное излучение. Эта способность, называемая коэффициентом излучения, зависит от материала объекта и качества его поверхности. Значения коэффициента излучения варьируются от 0,10 до 1,00 для идеально черного объекта (см. таблицу ниже). Этот датчик производит измерения на основе фиксированного коэффициента излучения 0,95,

который подходит для большинства повседневных объектов. Этот датчик и все другие инфракрасные термометры не позволяют точно измерить температуру блестящих материалов, например, полированных металлов. Чтобы измерить температуру блестящих предметов, покрасьте их краской или заклейте скотчем. Кроме того, если предмет покрыт инеем или другим материалом, очистите его, чтобы открыть поверхность. Если окажется, что датчик измеряет неправильно, проверьте передний конус датчика. Возможно, на нем образовался конденсат или мусор. При необходимости протрите его чистой тканью.

Table of Emissivities

Substance	Thermal emissivity	Substance	Thermal emissivity
Asphalt	0.90 to 0.98	Plaster	0.80 to 0.90
Concrete	0.94	Mortar	0.89 to 0.91
Cement	0.96	Red brick	0.93 to 0.96
Sand	0.90	Black cloth	0.98
Earth	0.92 to 0.96	Human skin	0.98
Water	0.92 to 0.96	Lather	0.75 to 0.80
Ice	0.96 to 0.98	Charcoal powder	0.96
Snow	0.83	Rubber (black)	0.94
Glass	0.90 to 0.95	Plastic	0.85 to 0.95
Ceramic	0.90 to 0.94	Timber	0.90
Marble	0.94	Paper	0.70 to 0.94

Для измерения температуры этот датчик собирает инфракрасное излучение в диапазоне длин волн от 6 до 14 мкм. Линза Френеля на передней панели датчика фокусирует излучение на чувствительный элемент. Наблюдаемое спектральное распределение используется для определения температуры объекта при условии стандартного излучения абсолютно черного тела с коэффициентом излучения 0,95.

Еще одним фактором, учитываемым при этом измерении, является поле зрения. Поле зрения – это угол обзора, под которым производится измерение. Одной из ценных особенностей этого датчика является лазерная схема наведения, которая помогает определить поле зрения. Поле зрения и точка практически совпадают. Объект, который вы измеряете должно заполнять поле зрения, а еще лучше быть в 1,5-2 раза больше круглого пятна. Лазерный прицельный круг является отличным подспорьем при определении области измерения, однако имейте в виду, что при измерении небольших объектов, например, приближающихся по размеру к окну датчика, вам потребуется поднести их вплотную к датчику. При таком расположении лазерный круг может соответствовать показаниям датчика.

Кнопки на панели управления

MEAS - эта кнопка включает и выключает питание счетчика. При однократном нажатии на нее счетчик включается. Он будет оставаться включенным в течение 30 минут, после чего автоматически выключится. Если вы хотите выключить его до этого, нажмите кнопку измерения во второй раз.

Hold – при нажатии выходной сигнал датчика остается неизменным.

Кнопка лазера –включает лазер, который отображает круговую мишень, которая помогает определить область, в которой производится измерение.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку инфракрасного термометра. На открытой вкладке можно выбрать размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.20).

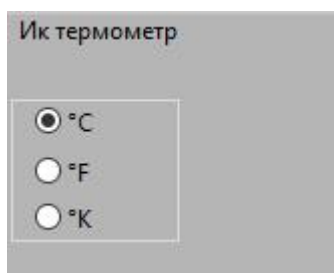


Рисунок 4.3.20 Вкладка инфракрасного термометра

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Ниже приведены общие инструкции по эксплуатации:

1. Переверните датчик, открутите маленький винтик с обратной стороны и вставьте 4 батарейки типа AAA. Установите крышку батарейного отсека на место.
2. Нажмите кнопку измерения и направьте датчик на объект, чтобы определить его температуру.
3. Измерение температуры производится в круглой области. Эта круглая область увеличивается по мере удаления датчика от объекта. Для более точного определения области измерения нажмите кнопку лазера. Круговой рисунок показывает основную область, из которой производится измерение. Для повышения точности область измерения должна в 1,5-2 раза превышать размер кругового лазерного рисунка.

4. Чтобы выключить датчик, нажмите кнопку MEAS. Примечание: Датчик автоматически отключится через 30 минут.

Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика.

- Поскольку датчик реагирует очень быстро, вы можете легко измерить температуру кожи. Например, сравните температуру своей ладони с температурой тыльной стороны ладони, предплечья или стопы.
- Продемонстрируйте, что большинство предметов в комнате находятся в равновесии. Например, что кажется ли температура столешницы холодной? Сравните ее температуру с температурой стены, пола или книги.
- Сравните температуру поверхности автомобилей, припаркованных на солнце. Влияет ли цвет на температуру поверхности? Поверхность достаточно горячая, чтобы приготовить яйцо?
- В солнечный день сравните температуру асфальта, бетона и газона.

Технические характеристики инфракрасного термометра

- Диапазон температур: от -20°C до 400°C
- Диапазон рабочих температур: от 0°C до 50°C при относительной влажности воздуха $<70\%$
- Точность: $\pm 2\%$ от показаний или $\pm 3^{\circ}\text{C}$, в зависимости от того, что больше, при рабочей температуре окружающей среды от 18 до 28°C
- Время срабатывания: 1 секунда
- Разрешение дисплея прибора: 1°C
- Спектральная характеристика: от 6 до 14
- Коэффициент излучения: заданный 0,95
- Элемент обнаружения: термоэлемент
- Поле зрения: круг диаметром 65 мм на расстоянии 1000 мм
- Среднее время автономной работы: 100 часов (лазер и подсветка не включены)

Stored Calibrations for the Infrared Thermometer

For $^{\circ}\text{C}$	slope: $-84.388^{\circ}\text{C/V}$	intercept: 398.19°C
For $^{\circ}\text{F}$	slope: -151.9°F/V	intercept: 748.74°F
For Kelvin	slope: -84.388 K/V	intercept: 671.34 K

Датчик вращательного движения



Датчик вращательного движения Vernier — это двунаправленный датчик угла, предназначенный для измерения вращательного или линейного положения, скорости и ускорения. Он используется для различных исследований, включая измерение инерции вращения и проверку сохранения углового момента.

Как работает датчик

Датчик вращательного движения использует квадратурный оптический (инкрементального типа) энкодер для измерения величины и направления вращения. Энкодер, прикрепленный к вращающемуся валу датчика, состоит из кодированного шаблона непрозрачных и прозрачных секторов. Квадратурный энкодер выдает два импульсных выходных шаблона, отстоящих друг от друга на 90° по фазе. Положение вала определяется путем подсчета импульсов. Фазовое соотношение между выходными сигналами определяет направление вращения.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 3-ому каналу адаптера (DIG1) (см. рисунок 4.3.21).

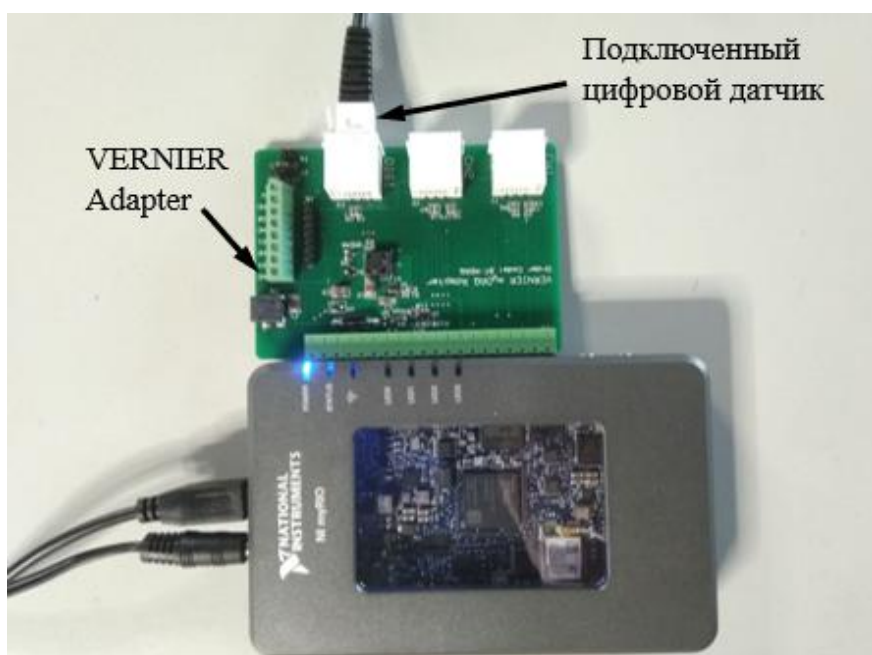


Рисунок 4.3.21 Подключение датчика к NI MyRIO.

Открываем основной проект. Для этого открываем файл, указанный на рисунке 4.3.22. В появившемся окне выбираем файл датчика вращательного движения, как показано на рисунке 4.3.23.

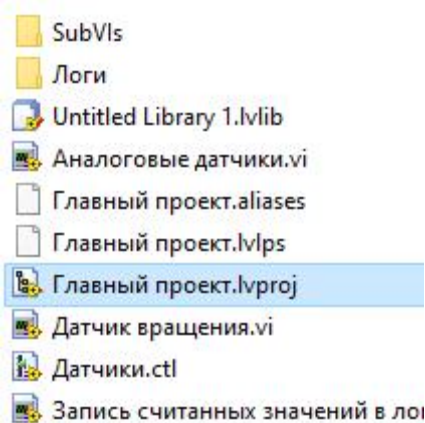


Рисунок 4.3.22 Открытие проекта.

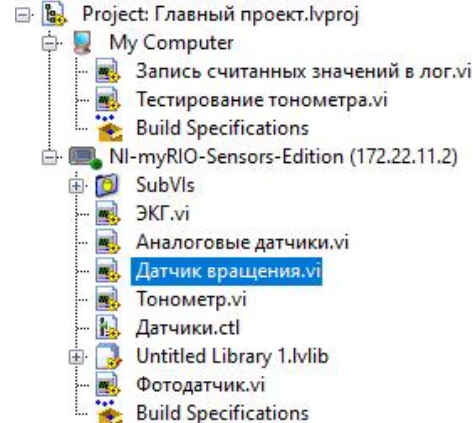


Рисунок 4.3.23 Файл проекта датчика вращательного движения.

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Настройка датчика

3-ступенчатый шкив может быть установлен на вращающемся валу в одной из двух ориентаций: широкой стороной шкива около корпуса датчика или узкой стороной шкива около корпуса датчика. Самый простой способ вставить 3-ступенчатый шкив на вал датчика вращательного движения — удерживать вал, чтобы предотвратить вращение, когда вы поворачиваете шкив, чтобы совместить шпонку с пазом. Уплотнительное кольцо можно надеть на внешний шкив, чтобы увеличить трение, когда шкив соприкасается с поверхностью.

Винт с накатанной головкой можно вернуть в заднюю часть датчика, что позволит прикрепить датчик вращательного движения к кольцевой подставке.



Датчик также имеет набор отверстий для крепления дополнительных принадлежностей, которые позволяют подключать его к существующим принадлежностям.

Технические характеристики

Разрешение	1° или 0,25°
------------	--------------

Максимальная скорость	30 об/с при разрешении 1° 7,5 об/с при разрешении 0,25°
3-ступенчатый шкив	Диаметр паза 10 мм, 29 мм и 48 мм

Примечание: Режим высокого разрешения также известен как режим X4. В активном состоянии датчик имеет разрешение 0,25 градуса и ограниченную максимальную измеряемую скорость вращения.

Датчик газа O₂



Датчик газа O₂ может использоваться для контроля уровня газообразного кислорода в различных биологических и химических экспериментах. Датчик предназначен для измерения концентрации газообразного, а не водного O₂.

Как работает датчик

Датчик газа Vernier O₂ измеряет концентрацию кислорода в диапазоне от 0 до 27% с помощью электрохимической ячейки. Ячейка содержит свинцовый анод и золотой катод, погруженные в электролит. Молекулы кислорода, поступающие в ячейку, электрохимически восстанавливаются на золотом катоде. Эта электрохимическая реакция генерирует ток, пропорциональный концентрации кислорода между электродами. Выходной сигнал датчика представляет собой обусловленное напряжение, пропорциональное току реакции.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика газа O₂. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.24).

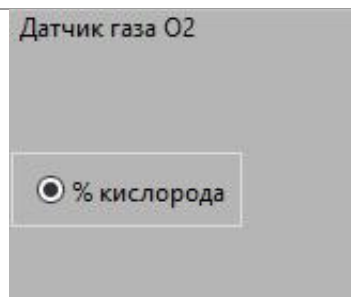


Рисунок 4.3.24 Вкладка датчика газа O2

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Примечание: для достижения наилучших результатов держите датчик вертикально как можно дольше во время использования. Показания могут смещаться, если датчик используется в горизонтальном положении.

Технические характеристики

Specifications

Range	0–27% (0–270 ppt)
Accuracy	± 1% volume O ₂ (at 760 mmHg)
Resolution	0.01%
Warm up time	< 5 seconds
Response time	90% of final reading in ~12 seconds
Output signal range	0.3 to 5 VDC; 2.7 to 3.8 VDC @ 21% O ₂
Output impedance	1 KΩ
Input voltage	5 VDC +/-0.25 VDC
Gas sampling mode	Diffusion
Normal operating temperature range	20 to 30°C
Storage temperature range	–20 to +60°C
Pressure range	0.5 to 1.5 atm
Pressure effect	Directly proportional $V_{out} = V_{out} (standard) \times (P/1013)$
Default calibration values	- slope: 6.6524 %/V - intercept: –2.05%
Dimensions	Sensor tube: 45 mm length, 28 mm OD Total length: 135 mm

Датчик проводимости



Датчик проводимости можно использовать для измерения проводимости раствора или общей концентрации ионов водных образцов, исследуемых в полевых условиях или в лаборатории. Проводимость является одним из наиболее распространенных экологических тестов водных образцов. Несмотря на то, что он не сообщает

вам о конкретных присутствующих ионах, он быстро определяет общую концентрацию ионов в образце.

Как работает датчик

Датчик проводимости измеряет способность раствора проводить электрический ток между двумя электродами. В растворе ток течет за счет переноса ионов. Поэтому увеличение концентрации ионов в растворе приведет к более высоким значениям проводимости.

Датчик проводимости измеряет электрическую проводимость, определяемую как обратная величина сопротивления. Когда сопротивление измеряется в омах, электрическая проводимость измеряется с использованием единицы СИ, сименса. Поскольку сименс — очень большая единица, водные образцы обычно измеряются в микросименсах или мкСм.

Несмотря на то, что датчик проводимости измеряет электрическую проводимость, мы часто заинтересованы в нахождении удельной электрической проводимости раствора. Удельная электрическая проводимость, C , находится с помощью следующей формулы:

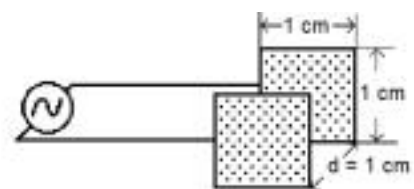
$$C = G \cdot k_c$$

где G — электрическая проводимость, а k_c — константа ячейки. Константа ячейки определяется для датчика по следующей формуле:

$$k_c = d / A$$

где d — расстояние между двумя электродами, а A — площадь поверхности электрода.

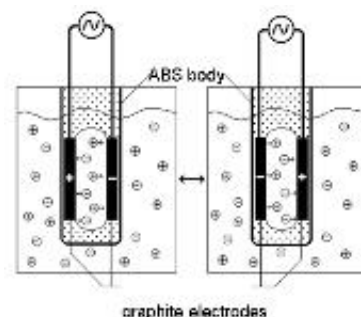
Поскольку датчик проводимости Vernier также имеет константу ячейки 1,0 см⁻¹, его электрическая проводимость и удельная электрическая проводимость



имеют одинаковое численное значение. Для раствора со значением проводимости 1000 мкСм проводимость, C , будет равна:

$$C = G \cdot k \text{ c} = (1000 \text{ мкСм}) \times (1,0 \text{ см}^{-1}) = 1000 \text{ мкСм/см}$$

Разность потенциалов подается на два электрода датчика. Результирующий ток пропорционален проводимости раствора. Этот ток преобразуется в напряжение. Переменный ток подается для предотвращения полной миграции ионов к двум электродам. Каждый цикл переменного тока полярность электродов меняется на



противоположную, что в свою очередь меняет направление потока ионов. Эта очень важная особенность датчика проводимости предотвращает большую часть электролиза и поляризации, происходящих на электродах. Таким образом, растворы, проводимость которых измеряется, не загрязняются. Это также значительно снижает образование окислительно-восстановительных продуктов на относительно инертных графитовых электродах.

Датчик проводимости Vernier автоматически компенсируется по температуре в диапазоне температур от 5 до 35 °C. Обратите внимание, что температура раствора считывается термистором, который находится в пространстве между графитовыми электродами. Показания автоматически соотносятся со значением проводимости при 25 °C; поэтому датчик проводимости даст такое же показание проводимости в растворе при 15 °C, как если бы тот же раствор был нагрет до 25 °C. Это означает, что вы можете откалибровать свой зонд в лаборатории, а затем использовать эти сохраненные калибровки для снятия показаний в более холодной (или более теплой) воде в озере или ручье. Если бы зонд не был компенсирован по температуре, вы бы заметили изменение показаний проводимости при изменении температуры, даже если фактическая концентрация ионов не изменилась.

Использование датчика

Установите переключатель диапазона на датчике.

Тщательно промойте нижнюю часть датчика дистиллированной или деионизированной водой.

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика проводимости. На открытой вкладке можно выбрать разрешение, с которым будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.25).

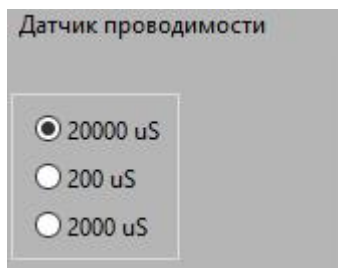


Рисунок 4.3.25 Вкладка датчика проводимости

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

После завершения измерений промойте электрод дистиллированной водой. Храните в сухом месте.

Уход и обслуживание

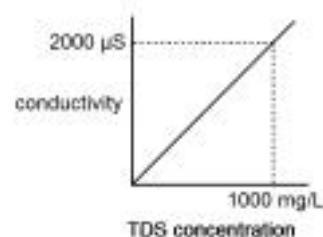
После использования датчика проводимости просто промойте его дистиллированной водой и промокните насухо бумажным полотенцем или лабораторной салфеткой. Затем датчик можно хранить в сухом виде.

Если поверхность ячейки датчика загрязнена, замочите ее в воде с мягким моющим средством на 15 минут. Затем замочите ее в разбавленном растворе кислоты (0,1 М соляной кислоты или 0,5 М уксусной кислоты хорошо подойдут) еще на 15 минут. Затем тщательно промойте ее дистиллированной водой. Важно: не царапайте внутренние поверхности электродов удлиненной ячейки.

Важно: не помещайте электрод в вязкие органические жидкости, такие как тяжелые масла, глицерин (глицерол) или этиленгликоль. Не помещайте зонд в ацетон или другие органические растворители, такие как пентан или гексан.

Определение концентрации: общее количество растворенных твердых веществ

Поскольку существует почти линейная зависимость между проводимостью и концентрацией определенного иона или соли, датчик проводимости может быть использован для определения концентрации иона. Кривую можно получить, если вы приготовите или купите стандартные растворы. Обратите внимание на это изображение, на котором показано соотношение 2:1 между проводимостью в мкСм/см и концентрацией TDS в мг/л.



Несмотря на то, что общее содержание растворенных твердых веществ часто определяется в терминах этого соотношения 2:1, следует понимать, что показатель TDS 500 мг/л может иметь разное значение в образце, который в основном состоит из NaCl, чем в другом образце, который в основном состоит из ионов жесткой воды, таких как Ca^{2+} и HCO_3^- . Соотношение между проводимостью и концентрацией хлорида натрия составляет приблизительно 2:1 и является почти прямым. В таблице показано соотношение концентрации хлорида натрия в мг/л к TDS и проводимости.

Концентрация хлорида натрия (мг/л)	Общее количество растворенных твердых веществ (TDS) (мг/л)	Проводимость (мкСм/см)
1.0	1.1	2.2
5.0	5.4	10.8
10	10.7	21.4
20	21.4	42.7
50	52.5	105
100	105	210
150	158	315
200	208	415
500	510	1020
1000	995	1990
1500	1465	2930
2000	1930	3860
5000	4482	8963
10250	9000	18000

Технические характеристики

Specifications

Low range	0 to 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0 to 100 mg/L TDS)
Mid range	0 to 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0 to 1000 mg/L TDS)
High range	0 to 20,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0 to 10,000 mg/L TDS)
Type	ABS body, parallel graphite electrodes
Response time	98% of final reading in 5 seconds
Temperature compensation	automatic from 5 to 35°C
Temperature range	0 to 80°C
Accuracy using factory calibration	$\pm 8\%$ of full-scale reading for low range $\pm 3\%$ of full-scale reading for mid range $\pm 4\%$ of full-scale reading for high range
Accuracy using custom calibration	$\pm 2\%$ of full-scale reading for each range

Shaft diameter	12 mm OD
Default calibration values	Low range (0 to 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) $\mu\text{S}/\text{cm}$: slope = 65.7, intercept = 0 TDS mg/L: slope = 32.85, intercept = 0 dS/m: slope = 0.0657, intercept = 0 Salinity ppm: slope = 32.85, intercept = 0 Salinity ppt: slope = 0.03285, intercept = 0 Mid range (0 to 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) $\mu\text{S}/\text{cm}$: slope = 960, intercept = 0 TDS mg/L: slope = 480, intercept = 0 dS/m: slope = 0.96, intercept = 0 Salinity ppm: slope = 480, intercept = 0 Salinity ppt: slope = 0.48, intercept = 0 High range (0 to 20,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) $\mu\text{S}/\text{cm}$: slope = 9000, intercept = 0 TDS mg/L: slope = 4500, intercept = 0 dS/m: slope = 9, intercept = 0 Salinity ppm: slope = 4500, intercept = 0 Salinity ppt: slope = 3.909, intercept = 0

Датчик влажности почвы

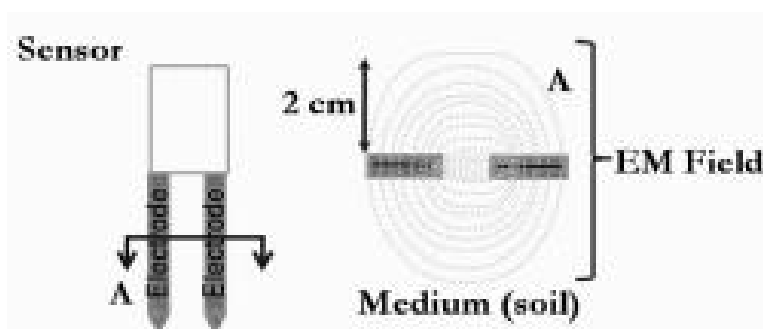


Датчик влажности почвы используется для измерения объемного содержания воды в почве. Это делает его идеальным для проведения экспериментов в таких курсах, как почвоведение, сельскохозяйственная наука, экология, садоводство, ботаника и биология.

Как работает датчик

Датчик влажности почвы использует емкость для измерения диэлектрической проницаемости окружающей среды. В почве диэлектрическая проницаемость является функцией содержания воды. Датчик создает напряжение, пропорциональное диэлектрической проницаемости и, следовательно, содержанию воды в почве.

Датчик усредняет содержание воды по всей длине датчика. Зона влияния составляет 2 см относительно плоской поверхности датчика, но на краях чувствительность мала или отсутствует. На рисунке показаны линии электромагнитного поля вдоль поперечного сечения датчика, иллюстрирующие зону влияния 2 см.



Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика влажности почвы. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.26).

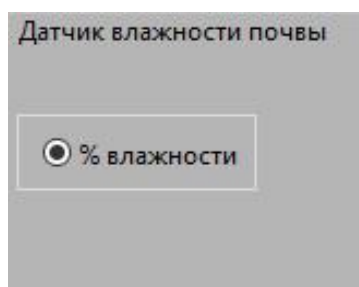


Рисунок 4.3.26 Вкладка датчика влажности почвы

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Расположение датчика

На рисунке показано правильное размещение датчика влажности почвы. Зубцы должны быть ориентированы горизонтально, но повернуты на бок, как нож, занесенный для разрезания пищи, чтобы вода не скапливалась на плоской поверхности зубцов.



Горизонтальная ориентация датчика обеспечивает измерение на определенной глубине почвы. Весь датчик можно разместить вертикально, но поскольку влажность почвы часто меняется в зависимости от глубины, это обычно нежелательная ориентация. Чтобы расположить датчик, используйте тонкий инструмент, например, лопату для рытья траншей, чтобы сделать отверстие в почве. Поместите датчик в отверстие, убедившись, что вся длина датчика покрыта. Надавите на почву по обеим сторонам датчика пальцами. Продолжайте уплотнять почву вокруг датчика, надавливая на почву пальцами, пока не сделаете не менее пяти проходов вдоль датчика. Этот шаг важен, так как почва, прилегающая к поверхности датчика, оказывает наибольшее влияние на показания датчика.

Снятие датчика

При извлечении датчика из почвы не выдергивайте его из почвы за кабель. Это может привести к нарушению внутренних соединений и сделать датчик непригодным для использования.

Что такое объемное содержание воды?

Если говорить очень упрощенно, сухая почва состоит из твердого материала и воздушных карманов, называемых порами. Типичное объемное соотношение будет 55% твердого материала и 45% порового пространства. По мере добавления воды в почву поровое пространство начинает заполняться водой. Почва, которая кажется влажной на ощупь, теперь может иметь 55% минералов, 35% порового пространства и 10% воды. Это будет примером 10% объемного содержания воды. Максимальное содержание воды в этом сценарии составляет 45%, поскольку при этом значении все доступное поровое пространство заполнено водой. Такая почва называется насыщенной, потому что при 45% объемного содержания воды почва больше не может удерживать воду.

Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика:

- Измерьте потерю влаги с течением времени из-за испарения и поглощения ее растениями.
- Оценить оптимальную влажность почвы для различных видов растений.
- Контролируйте влажность почвы для управления орошением в теплицах.

Технические характеристики

Specifications

Range:	0 to 45% volumetric water content in soil (capable of 0 to 100% VWC with alternate calibration)
Accuracy	±4% typical
Resolution	0.1%
Power	3 mA @ 5VDC
Operating temperature	−40°C to +60°C
Dimensions	Dimensions: 8.9 cm × 1.8 cm × 0.7 cm (active sensor length 5 cm)
Stored calibration	Slope: 108%/ volt Intercept: −42%

Датчик ЭКГ



Датчик ЭКГ измеряет формы электрических потенциалов (напряжения, возникающие при сокращении мышц).

Как работает датчик

Зеленый и красный провода подключены к дифференциальному усилителю с высоким коэффициентом усиления в датчике, который был оптимизирован для измерения биоэлектрических сигналов. Схема усилителя с высоким коэффициентом усиления, которая измеряет биоэлектрические сигналы, электрически изолирована от выходной цепи, которая отправляет информацию в наше программное обеспечение. Электрическая изоляция делает устройство безопасным для использования человеком.

Электромиограмма (ЭМГ) — это графическое отображение электрической активности мышцы. ЭМГ — это внеклеточная поверхностная запись потенциалов действия, которые возникают во время сокращения мышцы.

Мышечные клетки поляризованы в состоянии покоя. Это означает, что клетки имеют слегка неравную концентрацию ионов на своих клеточных мембранах.

Избыток положительных ионов натрия на внешней стороне мембраны приводит к тому, что внешняя сторона мембраны имеет положительный заряд относительно внутренней стороны мембраны. Внутренняя часть клетки находится под потенциалом примерно на 90 милливольт (мВ) меньше, чем внешняя сторона клеточной мембраны. Разница в 90 мВ называется потенциалом покоя. Типичная клеточная мембрана относительно непроницаема для входа натрия. Однако стимуляция мышечной клетки вызывает увеличение ее проницаемости для натрия. Ионы натрия мигрируют в клетку через открытие потенциалозависимых натриевых каналов. Это вызывает изменение (деполяризацию) электрического поля вокруг клетки. Это изменение потенциала клетки с отрицательного на положительный и обратно представляет собой импульс напряжения, называемый потенциалом действия. В мышечных клетках потенциал действия вызывает мышечные сокращения.

Другие ионы и заряженные молекулы участвуют в деполяризации и реполяризации мышц. К ним относятся калий, кальций, хлор и заряженные молекулы белка. Суммарный потенциал действия, генерируемый во время деполяризации и реполяризации сердечной мышцы, может быть зарегистрирован электродами на поверхности кожи. Запись электрической активности сердца называется электрокардиограммой (ЭКГ).

Клетки проводящей системы сердца деполяризуются спонтанно. Эта спонтанная деполяризация наиболее очевидна в кластере клеток сердечной мышцы, встроенных в верхнюю стенку правого предсердия. Эта группа клеток называется водителем ритма (также известна как синоатриальный или СА-узел). Деполяризация водителя ритма генерирует ток, который приводит к деполяризации всех других клеток сердечной мышцы. Волна деполяризации распространяется из правого предсердия в левое предсердие достаточно быстро, чтобы оба предсердия сократились, по существу, одновременно.

Предсердия и желудочки изолированы друг от друга электрически соединительной тканью, которая действует как изоляция на электрическом проводе. Деполяризация предсердий не влияет напрямую на желудочки. В правом предсердии есть еще одна группа клеток, называемая атриовентрикулярным или АВ-узлом, которая проводит деполяризацию предсердий по специальному пучку проводящих волокон (называемых пучком Гиса) к желудочкам. В мышечной стенке желудочков находятся волокна Пуркинье, которые представляют собой особую систему мышечных волокон, которые доставляют деполяризацию во все части желудочков почти одновременно. Этот процесс вызывает небольшую задержку по времени, поэтому после сокращения предсердий и перед сокращением желудочков

возникает короткая пауза. Поскольку клетки сердечной мышцы взаимосвязаны, эта волна деполяризации, сокращения и реполяризации распространяется по всем связанным мышцам сердца.

Когда часть сердца поляризована, а соседняя часть деполяризована, создается электрический ток, который движется через тело. Этот ток самый большой, когда одна половина соединенной части сердца поляризована, а соседняя половина не поляризована. Ток уменьшается, когда соотношение поляризованной ткани к неполяризованной ткани меньше, чем один к одному. Изменения этих токов можно измерить, усилить и нанести на график с течением времени. ЭКГ представляет собой сумму всех потенциалов действия от сердца, обнаруженных на поверхности тела. Она не измеряет механические сокращения сердца напрямую.

Импульс, возникающий в узле СА, заставляет предсердия сокращаться, выталкивая кровь в желудочки. Вскоре после этого сокращения желудочки сокращаются из-за сигнала, проведенного к ним из предсердий. Кровь покидает желудочки через аорту и легочную артерию. Полярность клеток сердечной мышцы возвращается к норме, и сердечный цикл начинается снова.

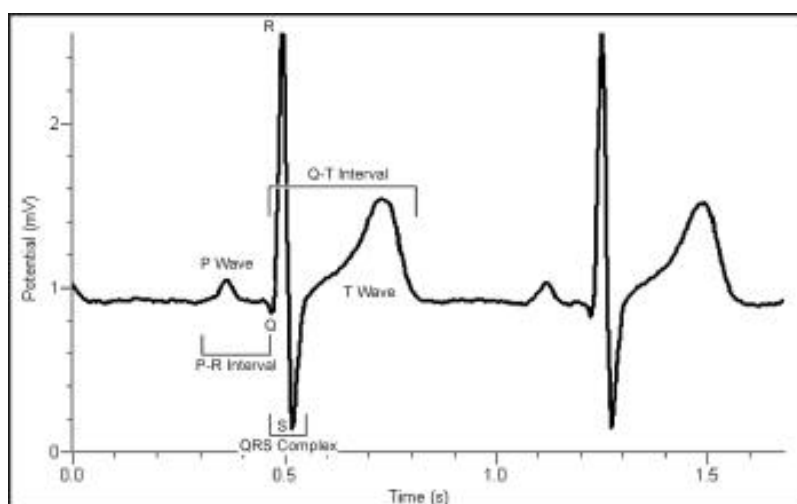
Электрокардиограмма

Электрокардиограмма (ЭКГ) — это графическое отображение электрической активности сердца.

Типичная трассировка состоит из серии волновых форм, возникающих в повторяющемся порядке. Эти волновые формы возникают из плоской базовой

линии, называемой изоэлектрической линией. Любое отклонение от изоэлектрической линии обозначает электрическую активность.

Пять основных отклонений на нормальной ЭКГ обозначаются буквами P, Q, R, S и T. Один сердечный



цикл представлен группой волн, начинающихся с зубца P, за которым следует комплекс волн QRS и заканчивающихся зубцом T.

Зубец Р представляет собой деполяризацию предсердий и связан с их сокращением. Комплекс зубцов QRS состоит из трех волн. Первое отрицательное отклонение – это зубец Q, за которым следует положительное отклонение, называемое зубцом R. Комплекс заканчивается отрицательным отклонением, известным как зубец S. Комплекс зубцов QRS обозначает деполяризацию желудочков и связан с их сокращением. Реполяризация предсердий происходит во время деполяризации желудочков. По этой причине форма волны, связанная с реполяризацией предсердий, не обнаруживается на ЭКГ. Последняя волна называется зубцом Т и обычно представлена положительным отклонением. Зубец Т указывает на реполяризацию желудочков.

Электрическая энергия также вырабатывается скелетными мышцами и может быть замечена как мышечные артефакты, если ваша рука движется, когда подключена ЭКГ. Последовательность от зубца Р до зубца Р представляет собой один сердечный цикл. Количество циклов в минуту называется частотой сердечных сокращений и обычно составляет 55–75 ударов в минуту в состоянии покоя.

Некоторые типичные времена для частей ЭКГ:

- Интервал PR от 0,12 до 0,20 секунд
- Интервал QRS менее 0,1 секунды
- Интервал QT менее 0,38 секунды

Если ваша ЭКГ не соответствует указанным выше цифрам, не беспокойтесь. Эти цифры представляют собой типичные средние значения, и многие здоровые сердца имеют данные, которые выходят за рамки этих параметров. Для эффективного чтения ЭКГ требуются значительная подготовка и навыки. Этот датчик не предназначен для медицинской диагностики.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту С NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

В появившемся окне выбираем файл ЭКГ, как показано на рисунке 4.3.27.

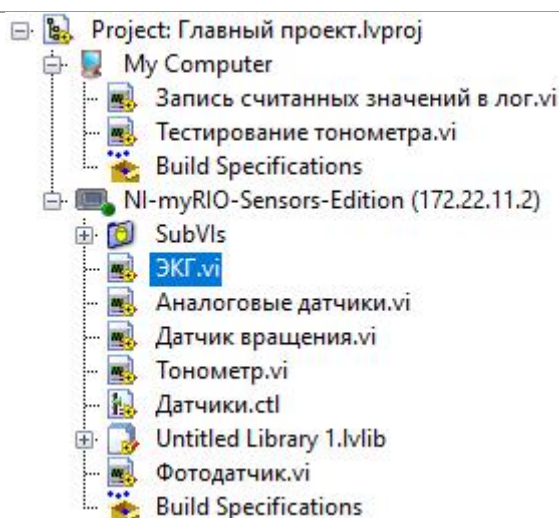


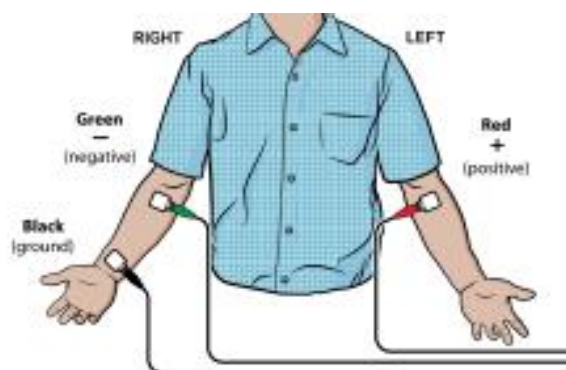
Рисунок 4.3.27 Файл проекта ЭКГ.

Запускаем проект. Результатом работы программы является кардиограмма, выводимая в качестве графика и рассчитанное значение пульса.

Размещение электродов для ЭКГ

Прикрепите три электродных зажима к пациенту, как показано на рисунке. Поместите один пластырь на внутреннюю сторону правого запястья, на внутреннюю сторону правого верхнего предплечья и на внутреннюю сторону левого верхнего предплечья.

Подключите зажимы датчика к выводам электродов. Попросите испытуемого сесть в расслабленное положение на стуле, положив предплечья на ноги или на подлокотники стула.



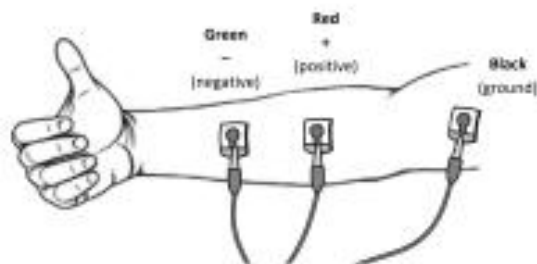
Размещение электродов для ЭМГ

Для проведения ЭМГ красный и зеленый провода необходимо поместить на электроды, которые прикреплены к интересующей мышце. Оба провода взаимозаменяемы для ЭМГ.

Разместите два электродных зажима по длине интересующей мышцы. Третий электродный зажим следует разместить выше или ниже ближайшего сустава, чтобы он служил заземлением. Например, для записи с мышц вентральной части предплечья прикрепите три электродных зажима к субъекту, как показано на рисунке. Два электродных зажима следует разместить на вентральной части предплечья, на расстоянии 5 и 10 см от медиального надмыщелка, а заземляющий электрод — на плече. В качестве альтернативы

заземляющий электрод можно разместить на запястье другой руки, чтобы минимизировать артефакты движения.

Подсоедините зеленый и красный провода к электродным выводам на интересующей мышце. Присоедините черный провод к заземляющему электроду.



Ниже приведен список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика:

- Сравните и измерьте формы электрокардиограмм (ЭКГ) студентов.
- Определите частоту сердечных сокращений, изучив количество комплексов QRS за определенный период времени.
- Изучите сокращения мышц (ЭМГ) руки, ноги или челюсти.
- Соотнесите измерения силы захвата и электрической активности с мышечной усталостью.

Технические характеристики

Specifications

Offset	~1.00 V (± 0.3 V)
Gain	1 mV body potential / 1 V sensor output

Датчик силы двойного диапазона



Датчик силы двойного диапазона — это универсальное устройство для измерения толкающих и тянущих сил. Его можно использовать в качестве замены ручных пружинных весов или устанавливать на кольцевой стойке. Его также можно устанавливать на динамической тележке для изучения столкновений. Могут быть измерены

силы величиной от 0,01 Н до 50 Н.

Как работает датчик

Датчик силы двойного диапазона использует технологию тензодатчиков для измерения силы на основе изгиба балки. Тензодатчики, прикрепленные к обеим сторонам балки, изменяют сопротивление по мере ее изгиба. Тензодатчики используются в мостовой схеме таким образом, что небольшое изменение сопротивления приведет к изменению напряжения. Это изменение напряжения пропорционально изменению силы. Переключатель позволяет выбрать один из двух диапазонов: ± 10 Н или ± 50 Н.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика силы двойного диапазона. На открытой вкладке можно выбрать размерность и разрешение, в которых будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.28).

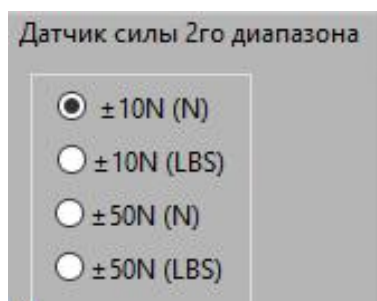


Рисунок 4.3.28 Вкладка датчика силы двойного диапазона

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Обратите внимание, что двухдиапазонный датчик силы измеряет силу только в одном измерении.

Ниже приведён список действий и экспериментов, которые можно выполнить с использованием этого датчика:

- Изучение силы и импульса при столкновениях
- Изучение простого гармонического движения
- Мониторинг силы трения
- Изучение закона Гука
- Контроль тяги моделей двигателей
- Измерение силы на динамической тележке
- Измерение силы, необходимой для подъема известной массы с помощью простых машин

Технические характеристики

Как и в случае с любым инструментом, существует компромисс между точностью и диапазоном сил, которые можно измерить. В общем, следует использовать диапазон ± 10 Н, если это возможно. Если силы превышают 10 Н, необходимо использовать диапазон ± 50 Н. При обычном использовании разрешение с двумя различными настройками переключателя будет:

Range	Resolution	Default Calibration Values
± 10 N	0.01 N	N: slope = -4.9 , intercept = 12.25 lbs: slope = -1.1016 , intercept = 2.7539
± 50 N	0.05 N	N: slope = -24.5 , intercept = 61.25 lbs: slope = -5.5083 , intercept = 13.77

Датчик pH среды



Датчик pH среды измеряет pH раствора или полутвердого вещества. Поскольку стеклянная мембрана плоская, а не колба, она более долговечна, ее легче чистить, и она позволяет проводить измерения на плоской поверхности и использовать образцы меньшего размера. Она оснащена герметичным, заполненным

гелем, двухсоставным электродом, что делает ее совместимой с растворами, содержащими белки или сульфиды.

Как работает датчик

Датчик pH среды — это герметичный, заполненный гелем, двухсоединительный pH-электрод, подключенный через BNC к усилителю электрода. Двухсоединительный pH-электрод предотвращает контакт серебра из геля Ag/AgCl с образцом. Трис-буферы (трис(гидроксиметил)аминометан) и растворы с белками и сульфидами будут реагировать с серебром, засоряя опорный спай, что сокращает срок службы односоединительных электродов.

Измерительный электрод изготовлен из плоского стекла, что делает его более прочным и более простым в очистке, чем традиционная стеклянная колба. Помимо жидкостей, он идеально подходит для измерения pH полутвердых веществ, таких как многие продукты питания и почвенные пульпы. Он также позволяет проводить измерения на плоской поверхности и использовать образцы меньшего размера.

Усилитель электрода усиливает показания электрода в мВ до соответствующего диапазона для интерфейса. Он также предоставляет программному обеспечению калибровочные значения, которые преобразуют напряжение в значение pH.

Использование датчика

Снимите бутылку для хранения с электрода, открутив крышку и сняв бутылку и крышку.

Тщательно промойте нижнюю часть зонда, особенно вокруг грушевидного наконечника, дистиллированной или деионизированной водой.

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку датчика pH среды. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.29).

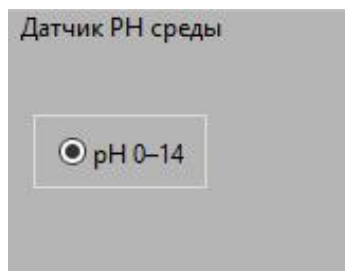


Рисунок 4.3.29 Вкладка датчика pH среды

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

После завершения измерений промойте электрод дистиллированной водой.

Наденьте колпачок на корпус электрода, а затем навинтите колпачок на бутылку для хранения так, чтобы кончик электрода был погружен в раствор для хранения.

Важно: не погружайте датчик полностью. Ручка не является водонепроницаемой.

Не оставляйте электрод в кислотах или основаниях с концентрацией более 1,0 М на периоды более 5 минут.

Кратковременное хранение (до 24 часов): поместите электрод в буферный раствор с pH4 или pH7. Его ни в коем случае нельзя хранить в дистиллированной воде.

Длительное хранение (более 24 часов): храните электрод в буферном растворе pH 4/KCl в бутылке для хранения. Электрод pH поставляется в этом растворе или вы можете приготовить дополнительный раствор для хранения, добавив 10 г твердого хлорида калия (KCl) к 100 мл буферного раствора pH4. Хранение электрода в этом растворе способствует долговечности электрода и сохраняет время отклика электрода, когда устройство снова вводится в эксплуатацию.

Если электрод случайно хранился сухим в течение короткого периода времени, погрузите наконечник в буфер pH4/раствор для хранения KCl минимум на 8 часов перед использованием.

Технические характеристики

Specifications

Type	Double-junction, sealed, gel-filled, polycarbonate body, Ag/AgCl
Temperature range	5 to 80°C (readings not compensated)
Range	pH 0–14
Accuracy	± 0.2 pH units
Isopotential pH	pH 7 (point at which temperature has no effect)
Default calibration values	slope: –7.78 intercept: 16.34
Shaft diameter	12 mm OD
Membrane style	Flat glass
Cable	1 meter coaxial cable with BNC connector

Датчик напряжения (30 В)



30-вольтовый датчик напряжения используется для измерения электрических потенциалов в диапазоне от –30 до +30 В. Этот датчик использует внутренний делитель напряжения, подключенный к входу +/-10 В интерфейса. Используйте этот датчик в экспериментах, в

которых используются напряжения более 10 Вольт.

Съемные провода 30-вольтового датчика напряжения рассчитаны на большие нагрузки и оснащены защищенными штекерами типа «банан», соответствующими европейским стандартам безопасности.

Поскольку этот датчик напряжения охватывает такой широкий диапазон напряжений, его разрешение ниже, чем у дифференциального датчика напряжения, который рекомендуется для большинства экспериментов.

Как работает датчик

30-вольтовый датчик напряжения использует внутренний делитель напряжения, состоящий из резистора 10 кОм, соединенного последовательно с резистором 20 кОм. Входное напряжение подается на этот делитель напряжения, а падение напряжения на резисторе 10 кОм отправляется на

вход +/- 10 вольт интерфейса. Затем полученное напряжение умножается на 3 для правильной калибровки.

Между входными и заземляющими линиями находятся стабилитроны. Эти стабилитроны будут блокировать напряжение выше 30 вольт.

На линии заземления 30-вольтового датчика напряжения есть восстанавливаемый предохранитель, который размыкается, если на этой линии появляется значительный ток. Это могло произойти, например, если вы использовали его на заземленном интерфейсе с заземленным источником питания, а заземляющий провод был неправильно подключен к напряжению выше потенциала земли.

Использование датчика

Подключаем NI MyRIO к компьютеру. Подключаем VERNIER Adapter к порту C NI MyRIO. Датчик нужно подключить к 1-ому каналу адаптера. Открываем основной проект (см. лабораторную работу №1 “Динамометр”).

На панели пользовательского интерфейса нужно выбрать вкладку 30-вольтового датчика напряжения. На открытой вкладке можно увидеть размерность, в которой будет выводиться измеряемая величина (см. рисунок 4.3.30).

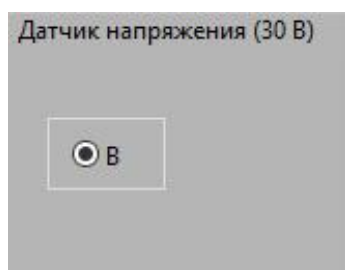


Рисунок 4.3.30 Вкладка 30-вольтового датчика напряжения

Запускаем проект. Измеряемая величина будет выводиться и как текущее значение, так и в виде графика.

Безопасность

Этот датчик рассчитан на напряжение до 30 вольт. Его ни в коем случае нельзя использовать при более высоком напряжении. Учащимся необходимо соблюдать осторожность при проведении экспериментов с электричеством. Они должны использовать этот датчик только под наблюдением. Учащимся необходимо проявлять особую осторожность при работе с более высоким напряжением и токами, которые могут привести к серьезным травмам. Учащимся следует держать все оборудование вдали от воды и других жидкостей.

Технические характеристики

Specifications

30-Volt Voltage Probe range	± 30 V
Resolution	15 mV
Supply voltage	5 VDC
Supply current (typical)	0.2 mA
Input impedance	30 k Ω
Output voltage range	± 10 V
Calibration	slope: 3.0 V/V intercept: 0

Приложение 1. Шаблон кейсовой задачи

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

В разделе описываются компетенции, которые проверяются при выполнении кейсовой задачи, а также рекомендуемый уровень подготовки по каждой из компетенций, требующийся для успешного её выполнения. Служит школьникам ориентиром при выборе кейсовой задачи из нескольких вариантов.

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ

АКТУАЛЬНОСТЬ

В разделе приводится введение, описывающее актуальность кейсовой задачи, теоретические выкладки, связанные с последующей реализацией поставленной задачи, а также иная необходимая информация, чтобы ученик мог понять суть кейса как с теоретической, так и с практической стороны.

ЭТАПЫ РАБОТЫ

В разделе описывается техническое задание к кейсовой задаче, в том числе тезисно - этапы, которые необходимо будет выполнить ученику при реализации кейсовой задачи. Подробное описание каждого действия, как делается в лабораторных работах, не требуется, однако указание ключевых точек будет полезно для ученика при формировании дорожной карты проекта и последовательности его разработки.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В разделе приводится необходимый перечень оборудования, который может потребоваться для выполнения кейсовой задачи. При этом оборудование

приводится без указания точного его количества, а также способа применения. Количество оборудования может быть приведено, если это является критическим фактором для выполнения проекта.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В разделе указываются требования к результату работы, в том числе к тому, как должно выглядеть устройство (или макет, экспериментальный стенд), как должно проводиться его тестирования/испытание и как будет продемонстрирован в целом экспериментальный результат работы.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
2. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
3. Теоретическое введение. В разделе «Введение» обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи работы, а также предоставляется краткий литературный обзор темы исследования.
4. Методику проведения исследования. В разделе «Методика исследования» описывается порядок выполнения экспериментов, экспериментальная установка, приводится ее схема, указываются расчётные формулы, использованные для обработки полученных данных, а также приводится описание методики оценки погрешностей экспериментальных результатов.
5. Результаты проведённого исследования. В разделе «Результаты» необходимо представить полученные данные, а также результаты их обработки в виде таблиц и/или графиков, привести интерпретацию и физическое объяснение результатов. Все таблицы и рисунки должны быть пронумерованы и подписаны.
6. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельные ее частей, при наличии). 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

7. Описание схемы разработанной установки в виде изображений общей схемы установки, электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, оптической схемы (если имеется) и т.д.
8. В случае разработки программного обеспечения, должен быть приведён алгоритм его работы в виде блок-схем.
9. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
10. Фотографии разработанной установки и её составных частей.
11. Видеоролик, демонстрирующий выполнение экспериментальных измерений в соответствии с требованиями кейса. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в задании, эксперимента или отдельных его частей. Видео с проведённым экспериментом должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо чётко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь эксперимент, от подготовки к работе до завершения последнего этапа, должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течении всего видео в кадре должны быть разработанная командой установка и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с ней. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчётливо слышны подаваемые голосовые команды и действия команды. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.
12. Заключение, включающее краткое изложение результатов работы, подведение итогов исследования, обсуждение его практической и

теоретической значимости. Также могут быть предложены дополнительные направления исследований.

13. Список литературных источников. В этом разделе приводится список использованных источников, статей, книг и другой литературы, на которые ссылается исследование. Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Список рекомендуемой литературы

В разделе приводится список полезных для изучения источников информации, включая электронные ресурсы

Список источников:

В разделе приводятся ссылки на литературу, которая использовалась при подготовке кейсовой задачи

Приложение 2. Шаблон оформления лабораторного журнала.

ФАМИЛИЯ И.О. _____

КЛАСС _____

РАБОТА № ____

ТЕМА РАБОТЫ:

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: _____

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В этом разделе приводится краткий теоретический материал, на основе которого строится работа. Обычно источником материала является лабораторный практикум и его введение, а также информация из списка литературы к конкретной лабораторной работе. Задача подготовки теоретического введения состоит в том, чтобы ученик понимал, какие законы и понятия он будет изучать и проверять в конкретной лабораторной работе, а также определил или вывел необходимые зависимости и формулы. Рекомендуемый объем введения составляет около 1-2 тетрадных страниц формата А4 рукописного текста.

СХЕМА УСТАНОВКИ

В данном разделе приводится схематичный рисунок экспериментальной установки с указанием основных элементов и деталей, а также (при необходимости) демонстрацией кинематики работы установки. Для удобства схематизации, на листе сделана разметка в виде тетрадной клетки.



ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ

В данном разделе указываются все используемые в эксперименте приборы, а также основные их технические характеристики. При необходимости указываются технические особенности работы установки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В разделе приводятся основные таблицы с экспериментальными данными, результаты прямых и косвенных измерений и иные заметки по результатам эксперимента. Для удобства работы лист снабжён тетрадной клеткой.



РАСЧЕТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполнения работы учащийся пишет заключение, конструкция которого строится из ответов на следующие вопросы:

- Какая была цель работы? Какие стояли задачи в эксперименте?*
- Какая методика была использована в работе? Какие применялись приборы?*
- Какие были получены результаты (отвечающие цели работы)?*
- Какой проводился анализ результатов и какие выводы по его итогам можно сделать (относительно каждого отдельного проанализированного результата?)*
- Какой вывод можно сделать по итогам всей проделанной работы?*

Заключение пишется единым текстом, допустимы ссылки на объёмные данные или графики .