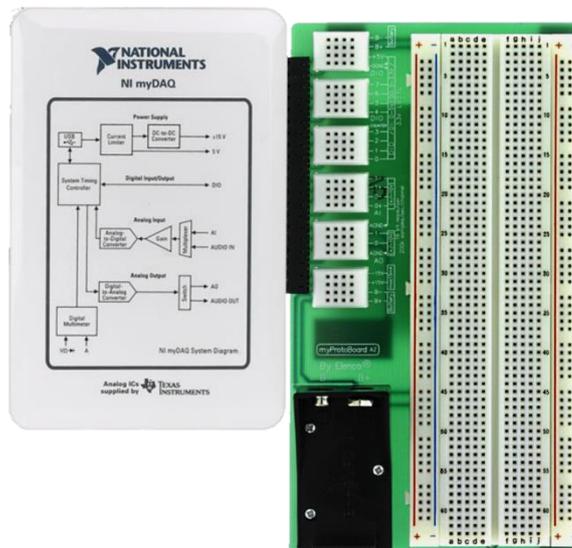


Введение в цифровую электронику



Цель данного пособия — ознакомление учащихся общеобразовательных учреждений с основами цифровой электроники, измерительных систем, систем контроля и управления.

В пособии представлены практические задания, включающие сборку простых электрических цепей; знакомство с понятием логического элемента, триггера; создание простых систем сбора и обработки данных с использованием мобильного лабораторного комплекса NI myDAQ.

Материалы, представленные в практикуме, могут быть использованы на уроках информатики в 10 классе с учащимися физико-математического, информационно-технологического и инженерного профилей, а также для проведения элективных курсов и факультативных занятий в 9–11 классах.

Материал, изложенный в данном практикуме, многократно проверен. Однако, поскольку вероятность технических ошибок все равно присутствует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность сведений. В связи с этим издательство не несет ответственность за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

© 2016. Копосов Д.Г.

СОДЕРЖАНИЕ Тос406268838

Предисловие	1
1. Исследуем оборудование	3
1.1. Ваши первые шаги... к успеху.....	3
1.2. Инвентаризация.....	5
1.3. myDAQ.....	7
1.4. Что такое измерение	8
1.5. Технические руководства.....	9
1.6. Здравый смысл или о технике безопасности.....	11
1.7. Макетная плата.....	12
1.8. Электронные детали	14
1.9. Справочные листы или техническая документация	18
1.10. Пробы и ошибки.....	19
1.11. Идеи, идеи, идеи	21
1.12. Исследование.....	22
2. Электрические цепи.....	23
2.1. Электрические схемы	23
2.2. Электрическая цепь. Водная аналогия.....	26
2.3. Напряжение и сила тока. Основные определения	27
2.5. Мультиметр	28
2.4. Разрешение, разрядность, точность	29
2.6. Источники питания и мощность.....	31
2.7. Резисторы.....	32
2.8. Электрическое сопротивление тела человека	34
2.9. Измерение напряжения.....	35
2.10. Измерение силы тока	37
2.11. Соединение резисторов	38
2.12. Закон Ома и токоограничивающий резистор	39
2.13. Мощность резисторов.....	40
2.14. Проверка цифровых линий myDAQ.....	41
2.15. Светодиод и токоограничивающий резистор.....	42
2.16. Осциллограф.....	44
2.17. Конденсатор. Зарядка и разрядка	45
2.18. Функциональный генератор.....	47
2.19. Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока.....	49
2.20. Скорость вращения вентилятора	50
2.20. Зачет №1.....	52
3. Знакомство с программным обеспечением	53
3.1. Среда разработки	53
3.2. Виртуальные приборы	54

3.3. Компьютерное моделирование	59
3.4. Цветовая дифференциация или о типах данных	61
3.5. Этапы построения компьютерной модели	62
3.6. Имитационное моделирование	65
3.7. Событийно-ориентированное программирование	68
3.8. Основные алгоритмические структуры.....	72
3.9. Обратная связь (feedback).....	76
3.10. Самообразование	77
3.11. Локальные переменные	79
3.12. Управление свойствами объектов.....	81
3.13. Единство парадигм программирования	82
3.14. Массивы	86
2.15. Работа с файлами.....	90
3.16. 8 бит = 1 байт?	94
3.17. Зачет №2.....	95
Подводим итоги.....	96
4. Цифровая электроника.....	99
4.1. Двоичная система — основа цифровой электроники	99
4.2. Аналоговые и цифровые схемы	100
4.3. DAQ Assistant — помощник по настройке	102
4.3. Резисторы. Подавление шумов	104
4.3. Гибридные (смешанные) схемы.....	106
4.4. ЦАП	107
4.5. АЦП	108
4.6. Digital vs. Analog.....	110
4.7. Победа цифровых технологий.....	113
4.8. Палитра DAQmx	117
4.9. Контроль частоты вращения вентилятора	121
5. Логические элементы.....	125
5.1. Основные логические элементы	125
5.3. Логический элемент «НЕ» (NOT).....	127
5.4. Логический элемент «И»	131
5.5. Логический элемент «ИЛИ».....	133
5.5. Математическая логика — основа цифровых схем	134
5.6. Микросхемы булевой логики	136
5.7. Штрих Шеффера и стрелка Пирса.....	137
5.8. Программно-аппаратный комплекс по изучению логических операций Штрих Шеффера и Стрелка Пирса	140
5.9. Новации и инновации	142
5.10. Профессионализм	143
5.11. Полусумматор и сумматор	144
5.11.1. Полусумматор	144

5.11.2. Сумматор.....	146
5.11.3 Подприборы (Sub VI).....	147
5.12. Триггер.....	149
5.12.1. RS-триггер.....	150
5.12.2. D-триггер.....	152
5.13. Регистры памяти.....	153
6. Что вы теперь можете.....	156
6.1. ЦАП R-2R.....	156
6.2. 7-сегментный драйвер CD4511.....	160
6.3. Пионер компьютерной техники.....	165
7. Информация к размышлению.....	166
7.1. Сделать самому или.....	166
7.2. Сколько стоит информация.....	166
7.3. Время инициатив.....	167
7.4. Всеу свое время.....	168
8. Творческие проекты.....	169
8.1. Измеритель пульса.....	169
8.2. Измерение расстояния с помощью ИК-датчика.....	171
8.3. Зачетный проект.....	176
Ответы на все вопросы.....	177

Предисловие

Ответьте себе на вопрос, что за последний месяц вы исследовали, что изобрели за предыдущий год, что из того, что вы исследовали и изобрели, кто-то использует? Если у вас недоумение: «Мы, вообще-то, в школе учимся!», то следующие два абзаца именно для вас.

Если вам кажется, что скоро вы поступите в ВУЗ, и вот уж там вы проявите свои творческие (или, как сейчас говорят, креативные) способности, то это большое заблуждение. Из 4 лет учебы первый год — это адаптация к огромным объемам информации, которую необходимо изучить, к непривычно большой части самостоятельной работы, к экзаменам, на которых надо просто все знать, и на которых реально ставят «2». В голове будет звучать: «Добро пожаловать в реальный мир!». К концу второго курса накопится усталость и желание где-нибудь сэкономить свои силы. И тут вдруг выяснится: чтобы куда-то попасть, у вас, оказывается, должно быть портфолио с вашими успешными научными исследованиями и достижениями.

Через полгода еще раз задайте себе этот вопрос. Если сказать будет нечего — вряд ли вы будете создавать «светлое» будущее. Да, вы в него попадаете, но вот творцом уже не будете...

Если на вопрос вы гордо и быстро дали развернутый ответ, то скажу: «Здравствуй, избранный — творец будущего!». Пока только единицы приходят в ВУЗ, уже зная, какую тему (направление, идею) они будут исследовать и выбирают преподавателя, с которым им хочется учиться, исследовать и творить, задолго до поступления.

Исследовать, изобретать — это путь к успеху, это стиль современной жизни, и формируете его вы сами прямо здесь и сейчас.

В этом курсе вам представится возможность поработать с технологиями компании National Instruments (NI) — известного лидера в области автоматизации измерений с использованием реально-виртуальных программно-аппаратных комплексов. Учебное и научное оборудование NI установлено во всех федеральных университетах Российской Федерации.

Про Большой адронный коллайдер слышали? Без технологий компании NI там не обошлось.

Знакомьтесь с оборудованием, программным обеспечением.

1. Исследуем оборудование

1.1. Ваши первые шаги... к успеху

«Не одни Ньютоны и Дарвины делают науку. Их достижения были бы совершенно невозможны, если бы они не опирались на целую массу полу-Ньютонов и полу-Дарвинов, имена которых поглотила история, но деятельность которых оставила свой след в науке. Научные открытия мирового значения опираются на их результаты». Петр Леонидович Капица.

Человек, работающий в какой-либо отрасли и считающий себя специалистом, обычно хорошо знаком с историей открытий в интересующей его области. Действительно, все, что сейчас считается истиной, рождалось в экспериментах и исследованиях, в муках и спорах. Так было и так будет: проводятся эксперименты, а когда открытие или изобретение станет известным, об экспериментах, в которых оно рождалось, забывают, и кажется, что остается только одна теория. Изучение открытий прошлого позволит посмотреть, как рождаются идеи, с чем они связаны, какой у них фундамент, по каким путям они развиваются — это, пусть маленький, но *первый шаг* к вашей научной, исследовательской интуиции. Первый шаг за вами.

Задание 1. Подготовьте доклад на 5–10 минут об одном из важных открытий, уделив особое внимание не биографии великих ученых, инженеров и экспериментаторов, а процессу поиска идеи, приведшей к открытию, и, конечно, непосредственно **эксперименту и экспериментальным установкам**.

Год	Автор	Открытие
1663	Отто Герике	Электростатическая машина
1745	Питер ван Мушенбрук	Конденсатор (Лейденская банка)
1745	Георг Рихман	Первый электроизмерительный прибор
1747	Жан Антуан Нолле	Электроскоп
1752	Бенджамин Франклин	Молниеотвод
1785	Шарль Огюстен де Кулон	Закон Кулона
1791	Луиджи Гальвани	«Животное электричество»

Год	Автор	Открытие
1799	Алессандро Вольта	«Вольтов столб» (прообраз электрической батарейки)
1802	Василий Владимирович Петров	Электрическая дуга, электролиз
1820	Ханс Эрстед	Магнитные действия тока
1820	Андре Ампер	Взаимодействие токов
1826	Георг Ом	Закон Ома
1821	Томас Зеебек	Термоэлектричество
1831	Джозеф Генри	Электромагнит
1831	Майкл Фарадей	Явление электромагнитной индукции
1832	Павел Львович Шиллинг	Телеграф
1834	Жан Пельтье	«Эффект Пельтье»
1834	Борис Семенович Якоби	Электромагнитный двигатель
1836	Сэмюэл Морзе	Аппарат Морзе. Код Морзе
1841	Эмилий Ленц	Тепловое действие тока
1845	Густав Кирхгоф	Законы Кирхгофа для электрических цепей
1860	Томас Эдисон	Электрическая лампа
1872	Александр Николаевич Лодыгин	Лампа накаливания
1876	Павел Николаевич Яблочков	«Свеча Яблочкова».
1876	Александр Белл	Телефон
1880	Дмитрий Александрович Лачинов	Передача электроэнергии
1887	Генрих Герц	Излучатель электромагнитных волн
1888	Александр Григорьевич Столетов	Фотоэффект
1895	Александр Степанович Попов	Радио
1900	Джон Флеминг	Диод
1907	Ли де Форест	Триод
1911	Борис Львович Розинг	Телевизионное изображение

Конечно, в изобретении идея — только часть его ценности. Сейчас количество уже выдвинутых идей огромно и придумать в технике что-нибудь совсем новое трудно.

Заслуга изобретателя не в том, чтобы дать идею, но в том, чтобы найти конкретную форму ее технического воплощения, преодолев все технические трудности. Пытайтесь в каждом задании этого курса технически реализовать пусть маленькую, но вашу идею — это будет ваш *второй шаг*.

Успешные ученые, исследователи, инженеры работают обычно в коллективе единомышленников. Они обмениваются идеями, мнениями, опытом удачных и неудачных экспериментов и т.д.

Если у вас есть единомышленник — обязательно работайте совместно.

Любое направление науки и техники развивается, идет вслед за временем, опирается на новые открытия. Теория всегда направляет науку, а новый эксперимент ее продвигает. В этом курсе вы будете много экспериментировать — это будет ваш *третий шаг*.

Все открытия обязаны энтузиазму, стремлению добиться окончательного разрешения всех затруднений и противоречий, сопутствующих работе. Это стремление добиться большего эффекта — ваш *главный шаг*, гарантирующий успех.

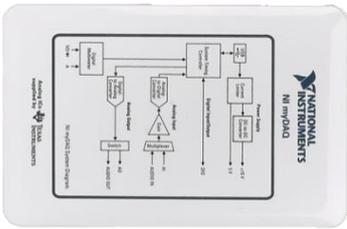
1.2. Инвентаризация

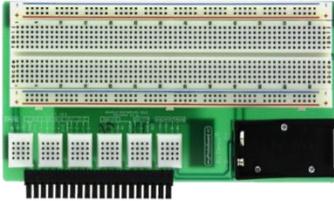
В начале курса необходимо провести проверку наличия и состояния оборудования и программного обеспечения, с которым предстоит работать. Другими словами, провести *инвентаризацию*.

Задание 2. Проверьте наличие оборудования, проведена ли установка программного обеспечения. При возникновении вопросов обязательно обсудите их с другими учащимися и преподавателем.



Обратите внимание, как хранится оборудование. Что и где лежит. Этот порядок вам необходимо соблюдать неукоснительно.

Название	Количество, шт.	Изображение
Портативное устройство сбора данных и контроля NI myDAQ	1	
Кабель USB	1	

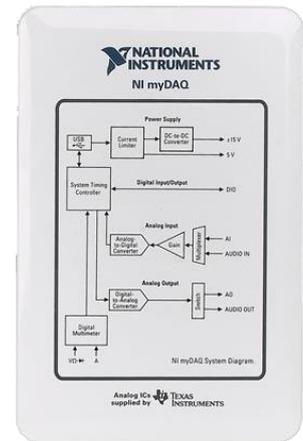
Название	Количество, шт.	Изображение
Щупы (пробники) для мультиметра	1	
Аудио кабель (разъем 3.5 mm)	1	
Макетная плата myProtoBoard для NI myDAQ (или аналог)	1	
Программное обеспечение NI LabVIEW for Education (программное обеспечение установлено и обновлено)	1	
Микрофон Genius MIC-01C (или аналог)	1	
Наушники Maxell Pulze Silver (или аналог)	1	
Отвертка универсальная	1	

1.3. myDAQ

В рамках этого курса мы будем использовать мобильную лабораторную образовательную платформу NI myDAQ, представляющую собой универсальный компактный блок сбора, обработки данных и управления внешними устройствами.

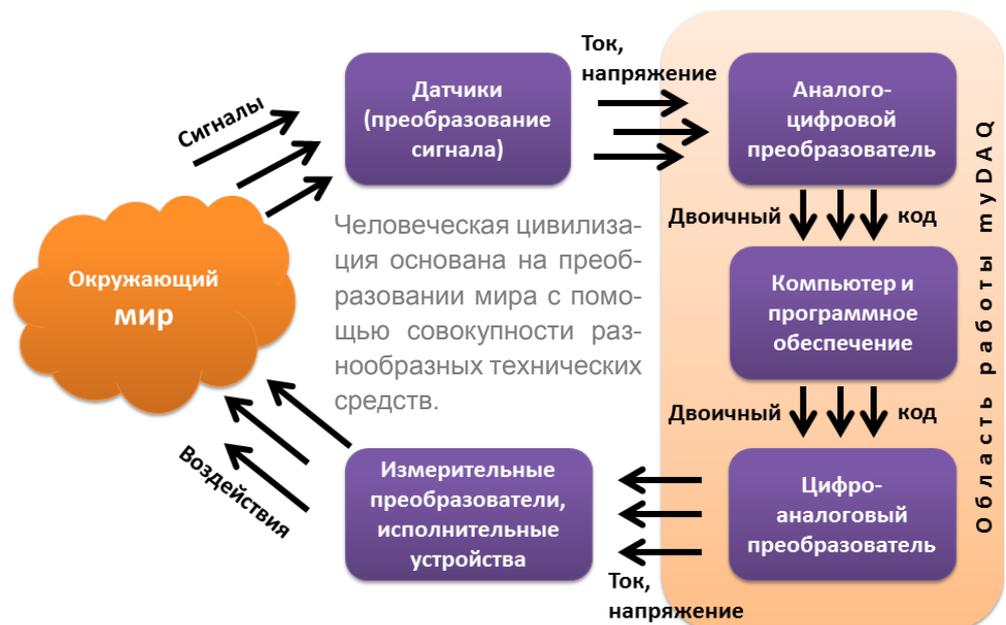
NI myDAQ позволяет подключить к компьютеру сотни датчиков и устройств управления. Данное устройство мы будем использовать как:

- ✓ измерительный прибор (мультиметр и осциллограф);
- ✓ генератор сигналов;
- ✓ управляющее устройство (2 аналоговых и 8 цифровых линий управления);
- ✓ устройство сбора данных (2 аналоговых входа).



Платформа — это совокупность аппаратного и программного обеспечения.

Область применения myDAQ наглядно представлена на схеме.



Задание 3. Проанализируйте и обсудите приведенную схему, чтобы понять потенциальные возможности использования платформы NI myDAQ.

Задание 4. Обсудите следующий вопрос: зачем нужна цифровая измерительная техника в аналоговом мире?

1.4. Что такое измерение

Чтобы изменить что-нибудь в окружающем мире (среде), необходимо оценить его (ее) текущее состояние. Измерительный процесс — всегда предшествует целенаправленному изменению окружающей среды.

Процедура измерения представлена на следующей схеме.



Измерение заключается в сравнении величин. Сравнение может быть непосредственное или косвенное. Например, уровень жидкости в сосуде можно измерить непосредственно — нанести градуированную шкалу. Температуру всегда измеряют косвенно: по уровню жидкости, сопротивлению материала, т.е. используется другая физическая величина. Измерение любой физической величины проводится с помощью различных средств измерений — мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, систем, установок и т. д.

Задание 5. Проанализировав две вышеприведенные схемы, расскажите о процессе измерения физических величин с помощью NI myDAQ.

Система сбора данных — комплекс средств, предназначенный для работы совместно с компьютером, и осуществляющий автоматизированный сбор информации с аналоговых и/или цифровых источников сигнала о значениях физических параметров объекта исследования, а также первичную обработку, накопление и передачу данных.

Система сбора данных совместно с компьютером и специализированным программным обеспечением, образуют многоканальный измерительный прибор с широкими возможностями обработки и анализа данных — *информационно-измерительную систему*.

1.5. Технические руководства

Часто, пользователи не заглядывают в руководства, прилагаемые к устройствам, и постигают все премудрости его работы на практике. Получается, что *руководство пользователя*, призванное помочь и обеспечить пользователя необходимой информацией для самостоятельной работы, никак не облегчает его жизнь, а многие полезные функции так и остаются невостребованными.

Специалисты, обладающие умением быстро осваивать новую технику, принимать самостоятельные решения, разбираться в специальной и научно-технической литературе, всегда высоко ценились. Первый

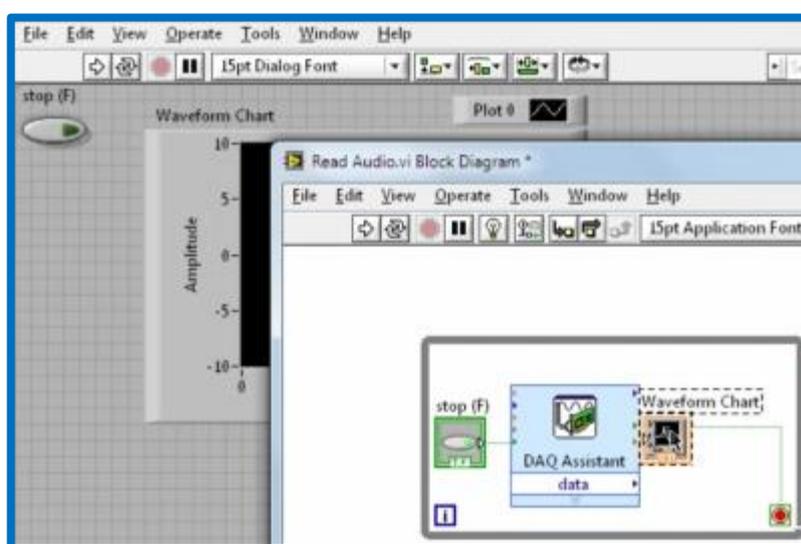
Низкий уровень умений по чтению специальной и научно-технической литературы снижают эффективность самообразования, сдерживают рост профессионального и интеллектуального уровней.

шаг в этом направлении это умение читать руководства по эксплуатации приборов, измерительных комплексов и других технических систем.

Задание 6. Изучите руководство по эксплуатации NI myDAQ. Если бумажный вариант отсутствует — воспользуйтесь электронным (по следующей ссылке: <http://russia.ni.com/datasheet>). Возникающие вопросы обязательно обсудите.

Задание 7. Просмотрите видео «Начало работы с NI myDAQ» (Пуск → Все приложения → National Instruments LabVIEW 2010 for Education → Getting Started with NI myDAQ (видео №3).)

Задание 8. Выполните пример построения осциллограммы звукового сигнала (с микрофона), рассмотренного в видеофрагменте.



Осциллограмма — графическое изображение зависимости между быстро меняющимися физическими величинами (электрическими или преобразованными в электрические) на экране осциллографа.

Осциллограф — прибор, предназначенный для исследования (наблюдения, записи, измерения) амплитудных и временных параметров электрического сигнала

1.6. Здравый смысл или о технике безопасности

Вопросы техники безопасности при работе с компьютерной техникой были рассмотрены в начале учебного года на первом уроке информатики.

С одной стороны, все задания практикума не несут в себе ни потенциальной, ни реальной опасности для вас.

А с другой — присутствует опасность для оборудования и электронных компонентов. Из таких опасностей можно выделить:

- статическое электричество;
- короткое замыкание;
- «да нормально всё».

Последний фактор обычно самый разрушительный.

Задание 9. Проанализируйте информацию, найденную по запросу «"В Протоне перепутали датчики "» (кавычки в запросе сохраните).

Короткое замыкание — не предусмотренное нормальными условиями работы электрическое соединение точек электрической цепи с различными потенциалами через малое сопротивление. При коротком замыкании резко и многократно возрастает сила тока, протекающего в цепи, что приводит к значительному тепловыделению, и, как следствие, расплавлению электрических проводов.



Работая с электричеством, будьте серьезны и внимательны. Строить из себя клоуна для окружающих не стоит.



Если во время экспериментов происходит какая-то поломка, даже незначительная (например, оторвался разъем у провода), то обязательно поставьте в известность преподавателя.



Собирая каждую схему, анализируйте как она будет работать до того, как подключить к ней источник питания.

Статическое электричество представляет большую угрозу для микросхем. Электростатический разряд может привести к образованию токов, которые или сразу выведут из строя чувствительную электронику, или нанесут такие повреждения, которые вызовут неправильную работу микросхемы.



Если необходимо сделать какие-то изменения в электрической схеме, то **ОБЯЗАТЕЛЬНО** отключайте от нее источник питания.

1.7. Макетная плата

Перед тем как создать что-либо, всегда создают макет (модель). В электронике это называют прототипом. *Прототип* — это работающая модель устройства. Вы будете собирать схемы, проверять их работоспособность, т.е. в действительности работать с макетом. Для того чтобы этот процесс был удобным, разработали *макетные платы*, позволяющие быстро соединять между собой резисторы, светодиоды, конденсаторы, микросхемы и другие электронные компоненты.

Моделирование — это исследование объектов, процессов, явлений на их моделях.

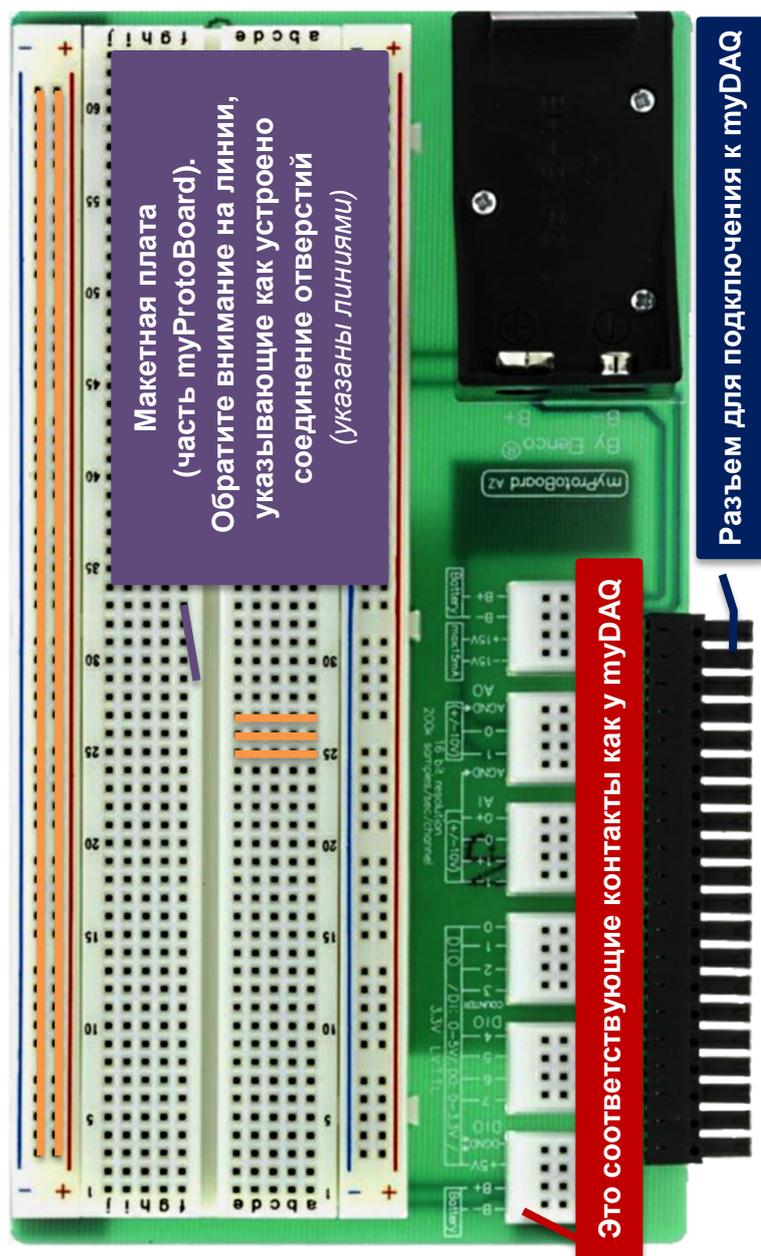
Вы будете использовать макетную плату для монтажа в гнезда для создания прототипов без использования процесса пайки.

Стандартная макетная плата состоит из большого количества квадратных отверстий, внутри которых скрыты ряды металлических полосок, которые служат токопроводящими каналами. Расстояние между отверстиями обычно равняется 1/10 дюйма. Это расстояние между выводами большинства микросхем.

На самой макетной плате имеется 830 электрически связанных между собой отверстий (и еще 96 для коммутации с *myDAQ*).

Выводы радиодеталей и микросхем вставляются в эти отверстия. Длинные ряды контактов сверху и внизу служат для соединения точек схемы с источником питания («+», красная маркировка) и землей («-», синяя маркировка).

Задание 10. Исследуйте устройство макетной платы.

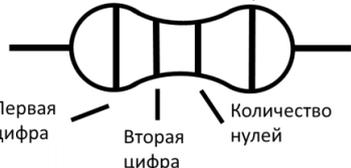
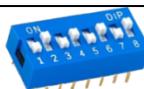


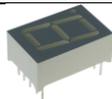
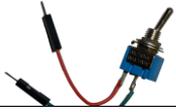
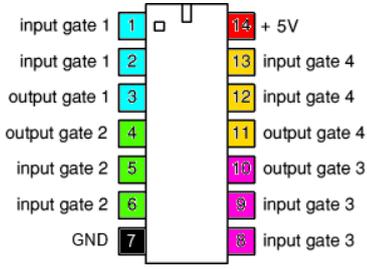
Задание 11. Соедините NI myDAQ и myProtoBoard. Исследуйте соответствие контактов. Если какая-либо маркировка контактов вызывает у вас вопросы, — обсудите с другими учащимися и преподавателем.

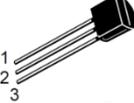
1.8. Электронные детали

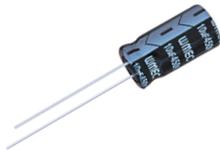
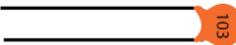
Для выполнения заданий и реализации всех проектов из данного практикума необходимы электронные компоненты, указанные в таблице.

Задание 12. Исследуйте набор электронных компонентов. Обязательно рассмотрите вопрос об их применении. Обратите внимание на маркировки.

Название элемента	Кол-во, шт.	Изображение	Примечание
Резистор углеродистый, 150 Ом, ¼ Вт, 5%	20		<p>Ограничивает ток, протекающий в цепи</p> <p>10%  Серебряный 5%  Золотой 1%  Коричневый</p> <p>Точность резистора</p>  <p>0  Черный 5  Зеленый 1  Коричневый 6  Синий 2  Красный 7  Фиолетовый 3  Оранжевый 8  Серый 4  Желтый 9  Белый</p>
Резистор углеродистый, 220 Ом, ¼ Вт, 5%	30		
Резистор углеродистый, 470 Ом, ¼ Вт, 5%	15		
Резистор углеродистый, 1 кОм, ¼ Вт, 5%	5		
Резистор углеродистый, 2,2 кОм, ¼ Вт, 5%	5		
Резистор углеродистый, 4,7 кОм, ¼ Вт, 5%	5		
Резистор углеродистый, 10 кОм, ¼ Вт, 5%	5		
Резистор углеродистый, 100 кОм, ¼ Вт, 5%	5		
Резистор углеродистый, 1 МОм ¼ Вт, 5%	2		
Диоды выпрямительные 1N4007 (или 1N4001)	5		
Переключатель (DIP, 8 позиций)	1		Положение «On» — включено

Название элемента	Кол-во, шт.	Изображение	Примечание
7-сегментный индикатор с общим катодом	2		
Выключатель тумблерный	1		
Кнопка тактовая с колпачком (или без)	3	 или	Замыкает контакты при нажатии
Микросхема CD4511BE	2		Для управления 7-сегментным индикатором
Микросхема CD4026BE	1		Для управления 7-сегментным индикатором
Микросхема счетчика CD4017BE	1		
Микросхема CD4013BE	2		Содержит 2 D-триггера
Микросхема CD4008BE	2		Четырехразрядный полный сумматор
Микросхема логики (4OR) CD4071BE	1	 <p>input gate 1 1 □ □ 14 + 5V input gate 1 2 13 input gate 4 output gate 1 3 12 input gate 4 output gate 2 4 11 output gate 4 input gate 2 5 10 output gate 3 input gate 2 6 9 input gate 3 GND 7 8 input gate 3</p>	
Микросхема логики (4XOR) CD4030BE	2		
Микросхема логики (4NAND) CD4011BE	2		
Микросхема логики (4NOR) CD4001BE	1		
Микросхема логики (4AND) CD4081BE	1		Найдите, что означают «input», «output», «gate»
Светодиодная шкала DC-10YWA (или аналог)	1		

Название элемента	Кол-во, шт.	Изображение	Примечание
Потенциометр 500Ом, ¼ Вт	1	 или аналог	Резистор с номиналом, величина которого зависит от угла поворота оси
Потенциометр 10кОм, ¼ Вт	1		
Потенциометр 100кОм, ¼ Вт	1		
Транзистор биполярный (NPN) 2N3904	4		1: эмиттер, 2: база, 3: коллектор
Светодиод 5 мм (красный)	4		Излучает свет, если пропустить небольшой ток. Длинный вывод — анод (к плюсу), короткий — катод (к минусу)
Светодиод 5 мм (зеленый)	4		
Светодиод 5 мм (желтый)	4		
Инфракрасный дальномер Sharp GP2Y0A02YK (20–150 см)	1		Определяет расстояние до объекта по отраженному лучу света. Контакты: 5 В, GND и к аналоговому входу (AI)
Резистор давления (12 мм)	1		Изменяет свое сопротивление в зависимости от силы, приложенной к диску.
Солнечная панель (батарея) 0.5 Вт 55*70 мм POW111D2P	1		Преобразует солнечные лучи в электричество. Красный провод — +5В, черный — 0В (или GND)
Термистор B57164-K (или аналог)	1		Сопротивление резистора зависит от температуры
Фоторезистор VT90N2 (или аналог)	1		Сопротивление резистора зависит от интенсивности падающего на него света
Комплект соединительных проводов 200 мм/100 мм (более 20 шт.)	1		Провода-перемычки для быстрого и удобного соединения

Название элемента	Кол-во, шт.	Изображение	Примечание
Соединительный провод (с разъемами типа «крокодил»)	4		Применяется при фиксации или временного соединения проводников
Пьезокерамический излучатель звука НРА17А (частота: 4 кГц)	1		Импульс тока преобразуется в щелчок. Последовательность импульсов преобразуется в музыкальный тон
Конденсатор электролитический, 100мкФ (100μF)	1		Внимание, будьте аккуратны с полярностью! Допуск номинала: ± 20 %
Конденсатор электролитический, 10мкФ (10μF)	2		
Конденсатор керамический, 10пФ (маркировка: 103)	3		Найдите, каким образом по маркировке можно узнать емкость конденсатора. Допуск номинала: ± 20 %
Конденсатор керамический, 100пФ (маркировка: 104)	3		
Вентилятор 40x40x10 Gembird D40BM-12A (или аналог)	1		
Аккумулятор 9В, Ni-MH 250 мАч (или батарейка)	1		

Задание 13. Обратите внимание, что в столбце «Примечание» некоторые ячейки пустые или не полностью заполнены. Вам необходимо найти недостающую информацию и кратко сформулировать (записать) их роль в электрических цепях. Если вы осуществляете такой поиск впервые, то обратитесь к следующему параграфу.

1.9. Справочные листы

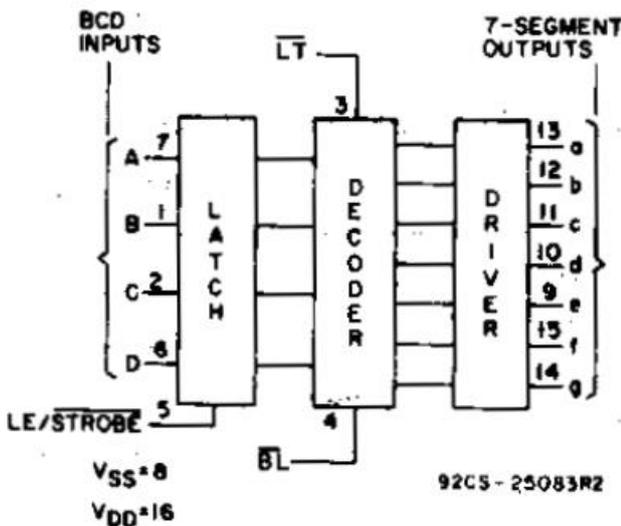
или техническая документация

Точные характеристики любого электронного компонента можно найти только в *справочных листах технических данных* (datasheet). Найти их в интернете очень просто, сложнее понять, как их читать. У вас уже достаточно знаний и опыта, чтобы самостоятельно попробовать разобраться.

1. Зайдите на сайт www.chipdip.ru, на нем достаточно удобно искать справочные листы.
2. В строке поиска введите: **Техническая документация «CD4511BE»**, далее выберите найденный компонент.  [CD4511BE datasheet](#)
pdf, 483 КБ
3. Обычно все справочные листы представлены в формате PDF. Открывайте техническую документацию.

Конечно, в самом начале документа на английском языке написана вся необходимая информация и можно воспользоваться on-line переводчиками. Но главное — спокойно, флегматично, просмотреть документ.

В нашем случае мы увидим два фрагмента, которые позволят разобраться, как работает микросхема CD4511BE.



INPUTS = входы
DECODER = декодирующий блок
DRIVER = управляющий блок
OUTPUTS = выходы

LE	\overline{BI}	\overline{LT}	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9

Как видно из таблицы, каждой цифре, которая будет отображаться на индикаторе, соответствует комбинация «0» и «1» (двоичная комбинация), формируемая на входах А, В, С, D. Теперь можно продолжить поиск грамотным запросом: «cd4511 входы А, В, С, D» и найти уже более подробное описание.

Задание 14. Найдите справочные листы по каждой микросхеме из списка (как минимум) и для всех используемых компонентов (как максимум).

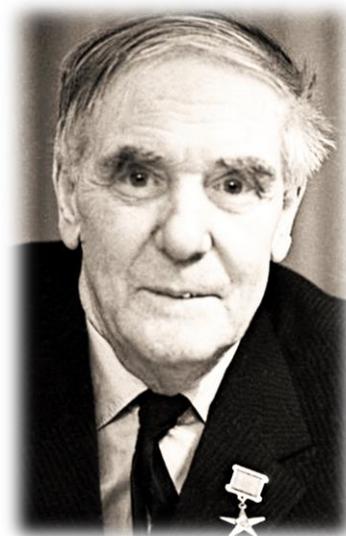
1.10. Пробы и ошибки

Когда вы экспериментируете и исследуете, то естественным образом совершаете ошибки. Пробы и ошибки лежат в основе познания природы. Все научные закономерности процессов, происходящих в природе, базируются на логическом обобщении опыта, полученного из проб и ошибок.

Количество «проб и ошибок», которые необходимо сделать для решения сложной задачи может быть велико. Использование вами знаний (информации), которые могут ограничить это количество — это *начало научного подхода* в исследовании и эксперименте.

«Мы все-таки двигаем науку, используя метод проб и ошибок. Иначе нельзя двигать науку. Если есть пробы, то есть и ошибки. Господь Бог создал всю природу методом проб и ошибок, причем он даже создал такое совершенное существо, как человек. Не бояться ошибок — это свойственно самым творческим дарованиям».

Петр Леонидович Капица — крупнейший физик-экспериментатор, он внес значительный вклад в развитие физики магнитных явлений, физики и техники низких температур, квантовой физики конденсированного состояния, электроники и физики плазмы, видный организатор науки, основатель Института физических проблем, один из основателей Московского физико-технического института, лауреат Нобелевской премии по физике (1978 г.) за открытие явления сверхтекучести жидкого гелия.



**Петр Леонидович
Капица**
1894–1984

«Даже по ошибке можно судить о силе ума человека. Ошибки бывают банальные, их делают обычные люди. Но бывают и гениальные. ...И первый признак большого человека — он не боится ошибок. Ни у себя, ни у других».

В этом курсе будет достаточное количество практических заданий, в которых вам представится возможность поэкспериментировать и исследовать, а значит, будут и ошибки, и новые пробы. Старайтесь при этом использовать научный подход.

Задание 15. Подключите любой светодиод к солнечной батарее. Постарайтесь проговорить, что, как, и, главное, почему именно так вы делаете (вся необходимая информация у вас уже имеется). Подумайте, почему не сгорел светодиод?

1.11. Идеи, идеи, идеи...

Конечно, при выполнении задания были ошибки, но оно не вызвало каких-то глобальных затруднений. Сложность не в том, чтобы выполнить поставленную кем-то задачу, ведь всегда можно проконсультироваться с тем, кто эту задачу сформулировал, прояснив многие вопросы. Сложно найти и реализовать свою идею, представить свое понимание.

Задание 16. Еще раз внимательно выполните задание № 15 и, проанализировав увиденное, запишите 5 идей, на которые вас навел этот маленький эксперимент. Обязательно обсудите с учащимися вашей группы.

Когда вы соединяли светодиод и солнечную батарею — два компонента электронной промышленности, скорее всего не задумывались, когда и кто своими идеями на десятилетия задал вектор исследований для ученых и производителей светодиодов, лазеров, солнечных батарей.

Гетероструктура — термин, обозначающий выращенную на подложке слоистую структуру из различных полупроводников. За развитие полупроводниковых гетероструктур Жорес Иванович Алферов в 2000 году получил Нобелевскую премию. Еще в 1966 году он сформулировал новые общие принципы управления электронными и световыми потоками в гетероструктурах, создав новое направление — физику гетероструктур, а также электронику и оптоэлектронику на их основе. Впоследствии компоненты, основанные на гетероструктурах, стали использоваться во многих современных устройствах: светодиодах и волоконно-оптических линиях связи, мобильных телефонах и солнечных батареях. Главное свойство гетероструктур заключается в том, что они совершенно по-новому позволили подойти к исследованию свойств твердых тел, что позволило развить новые научные направления в физике.



**Жорес Иванович
Алферов**
1930 г.р.

В завершении курса вам будет **необходимо разработать зачетный проект**. Задумайтесь о нем уже сейчас. Конечно, прежде чем предложить свою идею, необходимо пройти некоторый творческий путь поиска, проб и ошибок, гипотез и экспериментов — путь исследователя.

1.12. Исследование

В предыдущих заданиях использовалось слово «исследование». Что под этим подразумевалось?

Исследование — это процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности. Характеризуется объективностью, доказательностью и точностью. Различают два его взаимосвязанных уровня:

- *эмпирический*: устанавливаются новые факты, и на основе их обобщения формулируются закономерности;
- *теоретический*: выдвигаются общие закономерности, позволяющие объяснить ранее открытые факты и эмпирические закономерности.

Когда в тексте вы увидите слово «исследуйте», то это как раз подразумевает именно эмпирическое исследование, без которого не удастся перейти на следующий уровень (теоретический).

Основными компонентами исследования являются:

- 1) постановка задачи;
- 2) анализ имеющейся информации;
- 3) формулировка исходных гипотез;
- 4) теоретический анализ гипотез;
- 5) планирование и организация эксперимента;
- 6) проведение эксперимента;
- 7) анализ и обобщение полученных результатов;
- 8) проверка исходных гипотез на основе полученных фактов;
- 9) окончательная формулировка новых фактов и законов;
- 10) получение объяснений, выдвижение гипотез, предсказаний.

Знание — это основной конкурентный ресурс. Исследования — источник производства знаний. Нет исследований — «производства» нет, а «воспроизводить» уже известное... скучно, неперспективно и маловыгодно.

Вспомните, как вы пытались найти способ что-то включить в вашем компьютере или смартфоне, или вспомните ваши старания включить мобильное устройство, у которого заряд аккумулятора был близок к нулю. Вспомнили? А теперь внимательно сопоставьте шаги. Улыбнулись? В вашей жизни такие эмпирические исследования происходят ежедневно и неосознанно, а исследователь *целенаправленно* выделяет каждый этап, чтобы гарантированно добиваться результата.

2. Электрические цепи

2.1. Электрические схемы

Для работы любого электротехнического устройства необходимо, чтобы через него проходил электрический ток, обязательным условием существования которого является наличие замкнутого контура — электрической цепи. Постепенно, шаг за шагом, вам предстоит осваивать некоторые навыки работы с электрическими цепями.

Электрическая цепь — это совокупность взаимосвязанных элементов, компонентов или устройств, предназначенная для прохождения в них электрического тока.

Чтобы изобразить на бумаге, как должна выглядеть та или иная электрическая цепь, используют схемы. Схемы бывают разных видов: рисованные и принципиальные. Первые (слева) — помогут начинающим, вторые (справа) — для специалистов в данной области.

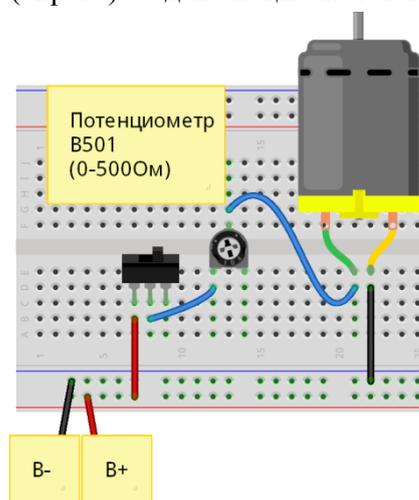
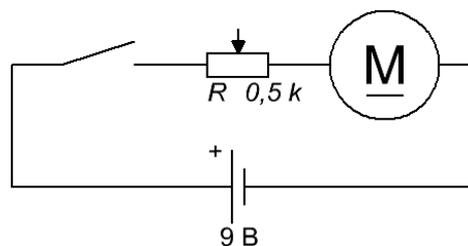
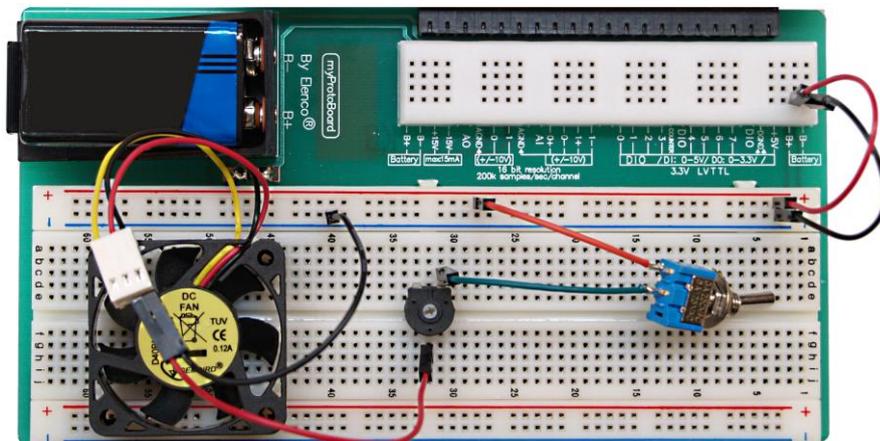


Схема слева первоначально помогает понять, что и куда необходимо подключать в простых цепях, далее старайтесь ориентироваться на принципиальные схемы.



Стоит заметить, что электрическая схема — это информационная модель электрической цепи, а, значит, будет отражать только важные свойства объекта-оригинала. В нашем случае физически собранная электрическая цепь будет выглядеть так, как указано на следующей иллюстрации.

Конечно, простенькую цепь можно представить и в виде рисунка. Однако, как вы уже видите, получается очень громоздко. А если схема будет очень сложной?



Для теоретического анализа какой-либо электрической цепи ее изображают в виде принципиальной схемы.

Принципиальная электрическая схема — способ изображения электрической цепи с использованием условных графических обозначений компонентов или элементов электрической цепи. Под схемой часто понимают и непосредственно физическую реализацию электрической цепи.

Задание 17. Используя макетную плату myProtoBoard и электронные детали, соберите электрическую цепь, приведенную выше. Обратите внимание, что у вентилятора 3 контакта, а будут задействованы только два: красный — это «+» и черный — «-». Используя отвертку, измените положение оси потенциометра, и наблюдайте за вращением лопастей вентилятора. Постарайтесь найти некоторые особенности. Проанализируйте, как работает цепь, и сформулируйте 3 вопроса для обсуждения с преподавателем.

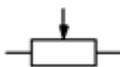
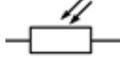
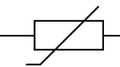
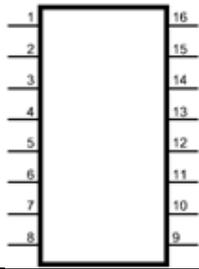


ВНИМАНИЕ!
Перед первым включением цепи покажите ее преподавателю.

То, что соединено линией, должно быть соединено проводником.

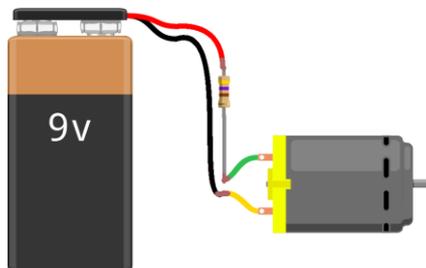
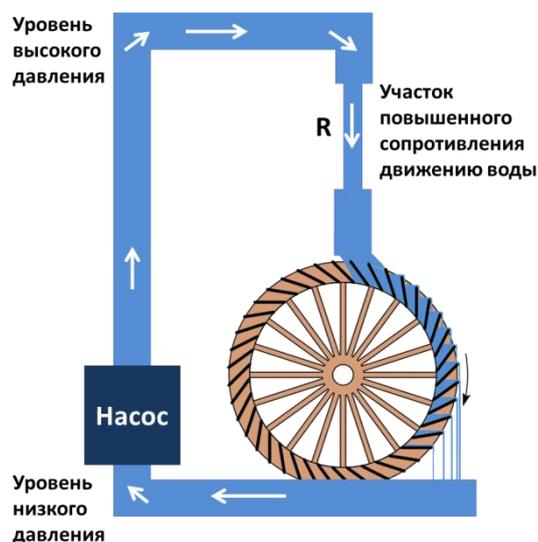
То, что не соединено линией, должно быть электрически изолировано.

Задание 18. Найдите, какие электронные элементы цепи обозначаются указанными значками. Добавьте информацию о деталях из набора к устройству NI myDAQ, неучтенных в таблице.

Обозначение	Название и назначение элемента	Обозначение	Название и назначение элемента
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

2.2. Электрическая цепь. Водная аналогия

Аналогия между простой электрической цепью и ее гидравлическим эквивалентом (или, другими словами, с водной системой), проиллюстрированная ниже, позволит вам вспомнить понятие об электричестве (физика, 8 класс).



Первое необходимое условие работы системы заключается в том, что для поддержания потока **необходим источник энергии**. В гидравлической цепи этим источником является насос, в электрической цепи — батарея. Второе условие состоит в том, что ни вода, ни электрический заряд не создаются и не теряются внутри подобной системы. В обеих цепях существуют несколько сопротивлений потоку. В гидравлической цепи сопротивлениями являются узкие трубы, в электрической цепи — резисторы и другие электронные детали.

По трубам разного сечения из области высокого давления в область низкого давления переносится объем жидкости, формируя поток определенной силы, который может совершать полезную работу.

От высокого потенциала (+) к низкому потенциалу (-) переносится заряд по проводникам и компонентам разного сопротивления, формируя электрический ток определенной силы, который совершает полезную работу, превращаясь в другую энергию.

Задание 19. Используя указанную выше схему, постарайтесь рассказать о понятии «Электричество», используя для демонстрации цепь, собранную по заданию № 17.

2.3. Напряжение и сила тока. Основные определения

Электрический ток — направленное движение носителей электрического заряда (чаще электронов) под действием электрического поля внутри проводника.

Сила тока — это количество заряда, перенесенного за единицу времени. Если сила тока со временем остается неизменной, то ток называется *постоянным*. Сила тока обозначается буквой I и измеряется в *амперах*.

Электрическое напряжение между двумя точками — разность электрических потенциалов между точками цепи. Численно равно работе, которую совершают электрические силы по переносу единичного положительного заряда из одной точки в другую. Напряжение обозначается буквой U (или V) и измеряется в *вольтах*.

Напряжение мы измеряем между двумя точками цепи.

Ток всегда проходит через какую-либо точку, либо через какой-либо элемент.

Точку цепи с потенциалом в 0 В называют «*землей*» (Ground, GND). Все остальные потенциалы считают относительно нее. Они могут быть как положительными, так и отрицательными.

Условились считать, что ток в цепи протекает от точки с более высоким потенциалом к точке с более низким потенциалом (направление движения положительных зарядов), хотя электроны, имеющие отрицательный заряд, перемещаются в противоположном направлении.

Сопротивление — величина, характеризующая противодействие, которое оказывает электрическая цепь или какой-либо ее элемент движущимся в ней электрическим зарядам. Сопротивление обозначается буквой R и измеряется в *омах*.

«пико»: 10^{-12}
«нано»: 10^{-9}
«микро»: 10^{-6}
«милли»: 10^{-3}
«кило»: 10^3
«мега»: 10^6

В микроэлектронике имеют дело с малыми токами (меньше 1 А) и низким напряжением (до 12 В).

Задание 20. Повторить основные понятия, термины, соотношения вы можете на сайте <http://interneturok.ru> в разделе «Физика. 8класс. Электромагнитные явления».

2.5. Мультиметр

Вначале вам предстоит использовать устройство myDAQ в качестве измерительных приборов: мультиметра и осциллографа.

Мультиметр — это электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций. В минимальном наборе это:

- ✓ вольтметр (для измерения напряжения);
- ✓ амперметр (для измерения силы тока);
- ✓ омметр (для измерения сопротивления);
- ✓ тест диодов;
- ✓ прозвонка проводов (проверка замкнутости цепи).

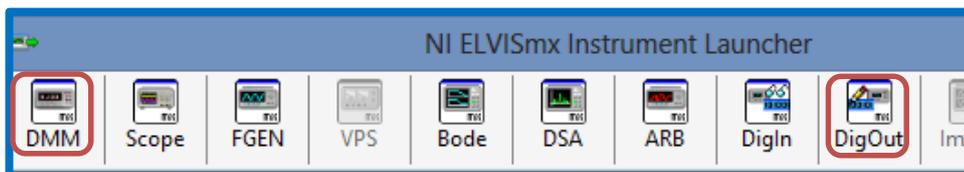
Тестер Тт-1, комбинированный измерительный прибор — первый, массово изготовленный промышленностью в СССР, портативный измерительный прибор. Производство начато в октябре 1947 года. Прибор Тт-1 имел огромную значимость для народного хозяйства СССР по причине того, что это был первый массовый прибор для настройки электрооборудования, выпущенный в количестве сотен тысяч штук.



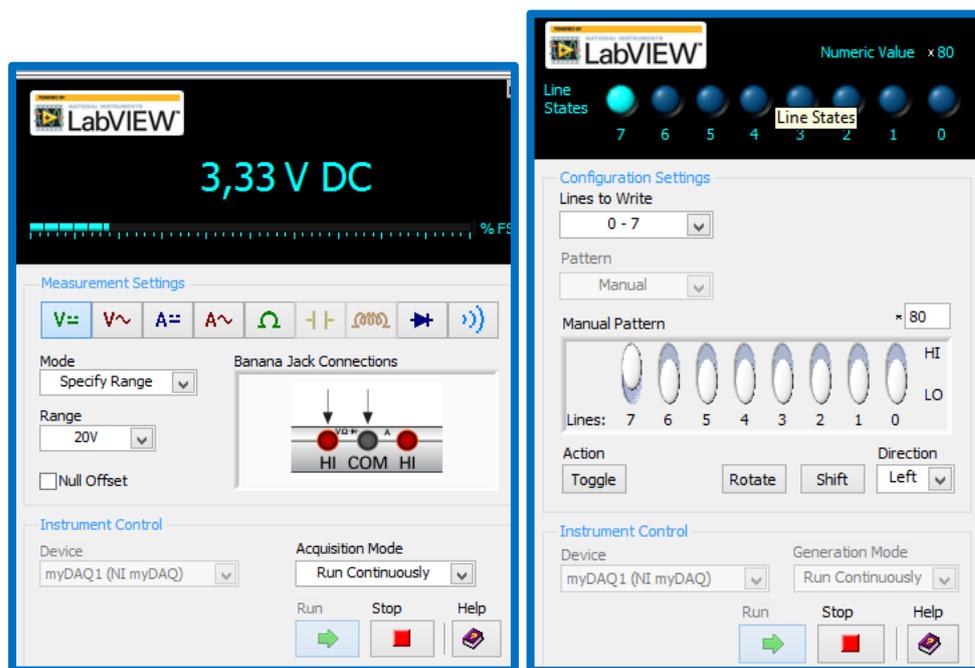
Тестер Тт-1

Задание 21. Измерьте напряжение между контактами DIO 0... DIO 7 (цифровые входы/выходы) и DGND (земля для цифровых контактов), работающих в режиме цифрового вывода (используйте соединительные провода разных типов). Все ли цифровые выходы соответствуют техническим характеристикам, указанным в руководстве?

1. Подключите myDAQ к USB порту компьютера.
2. Запустите панель приборов «NI ELVISmx Instrument Launcher» .



3. Далее используйте виртуальные приборы: «DMM» и «DigOut» (настройки представлены на рисунках).



Цифровой мультиметр



Инструмент, позволяющий управлять цифровыми выходами myDAQ

Задание 22. Измерьте напряжение на контактах солнечной панели. Экспериментально найдите максимальное значение напряжения при текущих условиях освещения.

2.4. Разрешение, разрядность, точность

Важными характеристиками электроизмерительных приборов являются:

- ✓ разрядность;
- ✓ точность;
- ✓ разрешение.

Разрешение — наименьшая величина, которая может быть показана или записана измерительным прибором.

Разрядность цифрового измерительного прибора, например, «3,5» означает, что дисплей прибора показывает 3 полноценных разряда, с диапазоном от 0 до 9, и 1 разряд — с ограниченным диапазоном. Так, прибор типа «3,5 разряда» может, например, давать показания в пределах от 0,000 до 1,999, при выходе измеряемой величины за эти пределы требуется переключение на другой диапазон (ручное или автоматическое).

Точность — это мера абсолютной корректности измерений. Например, чтобы измерить 1 вольт с точностью $\pm 0,5\%$ понадобится прибор с четырехзначным числовым индикатором, который может отобразить число с тремя десятичными разрядами. Третий разряд соответствует 10 милливольтам, то есть разрешение прибора — 10 мВ.

За погрешность прибора всегда принимают половину цены его наименьшего деления.

Задание 23. Найдите в руководстве по эксплуатации myDAQ характеристики диапазона, точности и разрешения при измерении электрических величин. Ознакомьтесь с ними. Опишите, что означают термины «диапазон» и «смещение»? Обсудите технические характеристики.

Ниже приведено обозначение единиц электрических величин.

Наименование	Обозначение		Электрическая величина
	Русск.	Международ.	
Ампер	A	A	Сила тока
Килоампер	кА	kA	
Миллиампер	мА	mA	
Микроампер	мкА	μ A	
Вольт	V	V	Напряжение
Киловольт	кВ	kV	
Милливольт	мВ	mV	
Ватт	Вт	W	Мощность
Киловатт	кВт	kW	
Мегаватт	МВт	MW	
Ом	ом	Ω	Сопротивление
Килоом	кОм	k Ω	
Мегаом	МОм	M Ω	
Миллиом	мОм	m Ω	
Микроом	мкОм	$\mu\Omega$	
Микрофарад	мкФ	μ F	Емкость
Нанофарад	нФ	nF	
Пикофарад	пФ	pF	

2.6. Источники питания и мощность

Чтобы устройство работало постоянно, требуется элемент, который бы удерживал напряжение в цепи. Его называют источником тока (например, батарейки, аккумуляторы, солнечные панели и т.д.) и характеризуют *электродвижущей силой* (ЭДС), измеряемой в вольтах.

На схемах источник питания может указываться или собственным символом, или в неявном виде (обозначается контакт входного напряжения). Таким образом, схемы на рисунке эквивалентны.

Источник тока преобразует какую-либо энергию (химическую, тепловую, световую) в электрическую. На всех элементах цепи, имеющих сопротивление, электрическая энергия преобразуется в тепловую.

Устройства обычно трансформируют электрическую энергию в другие формы: тепло, свет, звук и т.д.

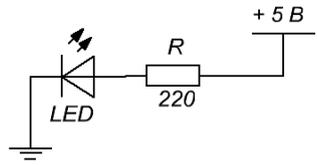
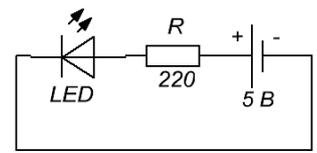
Мощность — это количество вырабатываемой, переносимой, выделяемой энергии за единицу времени. Единица измерения мощности — *ватт*. Электрическая мощность P рассчитывается по формуле:

$$P = U \cdot I.$$

Различные электронные компоненты рассчитаны на разную максимальную мощность, которая указывается в технической документации на компонент.

Понятие мощности применяется как по отношению к источнику тока, так и по отношению к резисторам. Мощность источника тока — это мощность, отдаваемая им в электрическую цепь. *Мощность резистора* — энергия, выделяемая за единицу времени в виде тепла при данном сопротивлении резистора.

Задание 24. Используя руководство, определите максимальную мощность, на которую рассчитан прибор NI myDAQ.



Есть электронные компоненты, которые «возьмут» то количество тока, которое им предоставят. Будут плавиться и выйдут из строя, но «заберут».

2.7. Резисторы

Резистор — один из наиболее распространенных компонентов, используемых в электрических цепях. Назначение — создавать сопротивление току, преобразуя при этом электрическую энергию в тепло. Основной характеристикой резистора является *сопротивление*.

Задание 25. Изучите правила и порядок измерения сопротивлений. Выполните измерения сопротивлений резисторов всех номиналов, представленных в наборе. Проверьте, соответствуют ли сопротивления резисторов своим номиналам (с учетом точности $\pm 5\%$).

Правила измерения сопротивлений

1. При измерениях сопротивления мультиметр подключается параллельно участку цепи.
2. Выбирайте предел измерения максимально близкий к полученному значению сопротивления — точнее результат измерения.
3. При индикации на дисплее символа «+Over» (перегрузка) необходимо переключиться на больший предел измерений.
4. При измерении больших значений сопротивлений (миллионы Ом) возможен постепенный рост показаний до их номинального значения.



Электрическая цепь, сопротивление которой требуется измерить, должна быть полностью обесточена.

Порядок измерения

1. Подключите щупы к разъемам «HI V Ω » (красный) и «COM» (черный).
2. Соедините myDAQ с компьютером.
3. Запустите виртуальный прибор «Digital Multimeter».
4. Выберите режим измерения сопротивлений (Ω).
5. Задайте шкалу («Mode») измерений: или автоматическую («Auto»), или определенного диапазона («Specify Range»). Во втором случае задайте необходимый верхний предел, выбрав его из списка «Range».



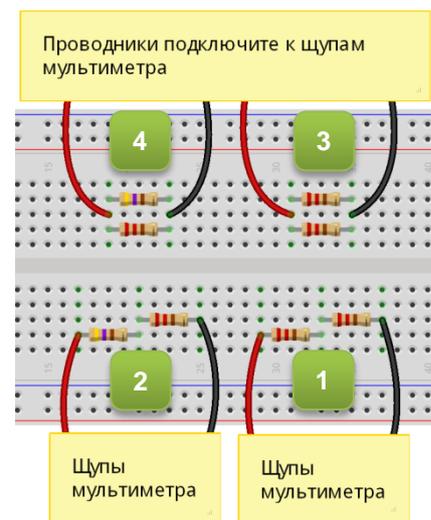
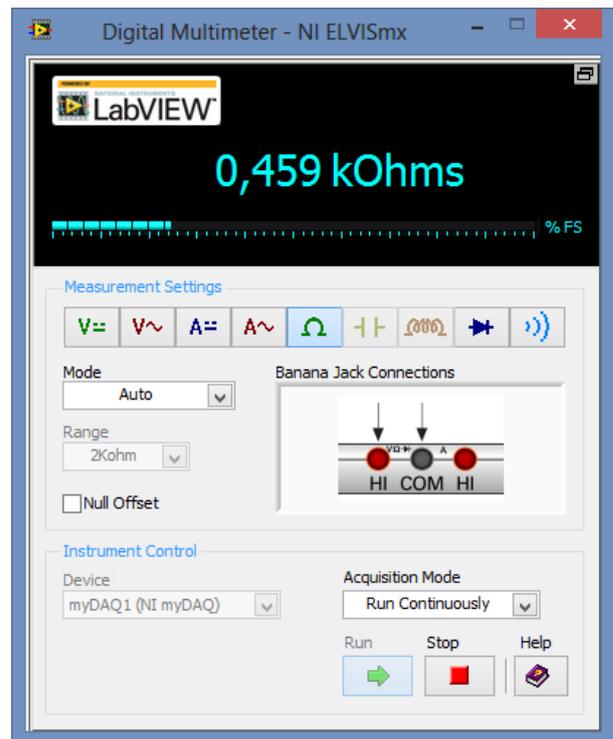
6. Запустите процесс измерения, нажав кнопку «Run».
7. Соедините щупы с разными концами резистора или участка цепи.

Задание 26. Измерьте максимальное сопротивление всех имеющихся в наборе потенциометров.

Задание 27. Измерьте сопротивление двух последовательно и параллельно подключенных резисторов номиналами 220 Ом и 470 Ом. Рассмотрите разные комбинации. Заполните таблицу и сделайте вывод об общем сопротивлении.

Схема	R1	R2	R _{общее}
1			
2			
3			
4			

Задание 28. В вашем распоряжении имеются по 2 резистора номиналом 220 Ом и 470 Ом. Какие сопротивления вы можете получить? Данные представьте в табличной форме.



2.8. Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока. Различные ткани тела оказывают току разное сопротивление: кожа, кости, жировая ткань — большое; мышечная ткань, кровь, спинной и головной мозг — малое. Кожа обладает очень большим удельным сопротивлением, что является главным фактором, определяющим сопротивление всего тела.

Состояние кожи очень сильно сказывается на величине сопротивления тела человека электрическому току. При повреждении рогового слоя (порезы, царапины, ссадины и другие микротравмы), наличии влаги на ее поверхности, интенсивном потоотделении и загрязнении сопротивление кожи, а, следовательно, сопротивление тела в целом, резко уменьшается.

Поскольку у человека сопротивление кожи неодинаково на разных участках тела, то на сопротивление в целом влияют и место приложения контактов, и их площадь. С ростом тока и времени его прохождения сопротивление падает.



Полученные значения верны только для **постоянного** тока.

Задание 29. Измерьте сопротивление вашего тела постоянному току. Используя таблицу, докажите абсолютную безопасность при работе с устройством NI myDAQ.

Сила постоянного тока, проходящего через человека, миллиамперы	Характер воздействия
0–3	Не ощущается
5–7	Зуд, ощущение нагрева
8–10	Усиление нагрева
20–25	Еще большее усиление нагрева. Незначительное сокращение мышц рук
50–80	Сильное ощущение нагрева. Сокращение мышц рук. Судороги, затруднение дыхания
90–100	Паралич дыхания

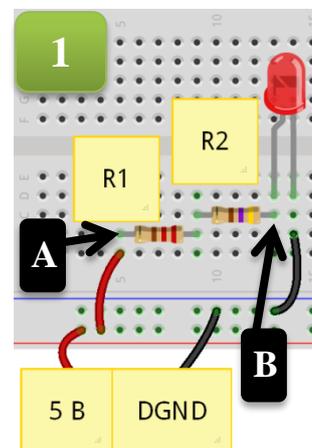
2.9. Измерение напряжения

Задание 30. Измерьте напряжение на всех участках цепи при последовательном и параллельном соединении резисторов и сравните полученные значения.

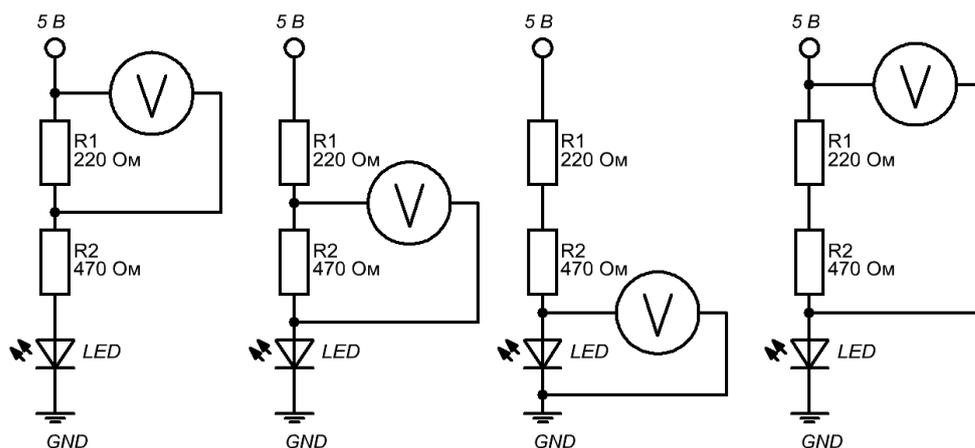
2.9.1. Последовательное соединение резисторов

Указания к работе

1. Соберите цепь из источника питания, резисторов $R1$ и $R2$, светодиода, соединив все элементы **последовательно** (1).
2. Измерьте напряжение U_{R1} и U_{R2} на концах каждого резистора, U_{LED} на контактах светодиода и U_{AB} на участке цепи, состоящем из двух резисторов $R1$ и $R2$.



Вольтметр включается в электрическую цепь **параллельно**.



3. Заполните таблицу.

R1, Ом	R2, Ом	R _{AB} , Ом	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{AB} , В	U _{LED} , В
220	470					

4. Заполните таблицу для других комбинаций сопротивлений R1, R2.

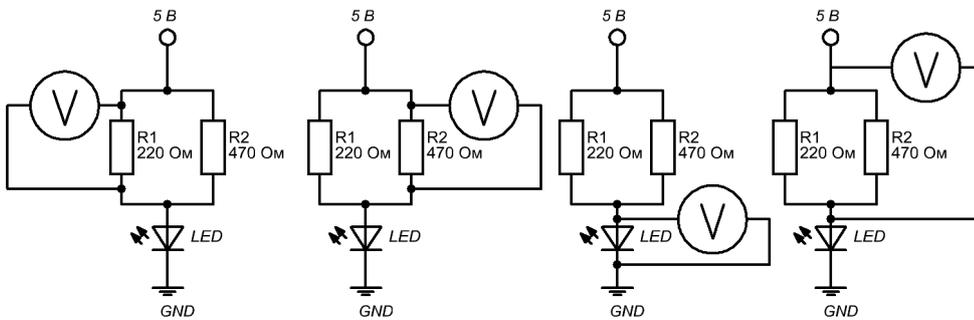
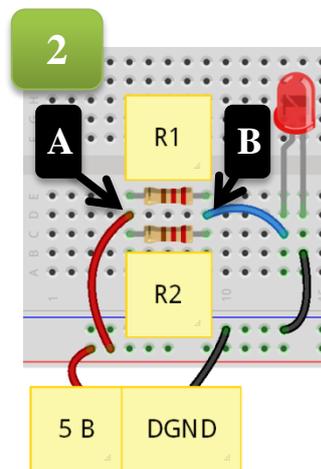
R1, Ом	R2, Ом	R _{AB} , Ом	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{AB} , В	U _{LED} , В
150	220					
150	470					

5. Сравните сумму напряжений U_{R1} , U_{R2} , U_{AB} и U_{LED} с напряжением источника питания. **Сделайте вывод.**

2.9.2. Параллельное соединение резисторов

Указания к работе

1. Соберите цепь из источника питания, резисторов R1 и R2, светодиода соединив резисторы **параллельно** (2).
2. Измерьте напряжение U_{R1} и U_{R2} на концах каждого резистора, U_{LED} на контактах светодиода и U_{AB} на участке цепи, состоящем из двух резисторов R1 и R2.



3. Заполните таблицу.

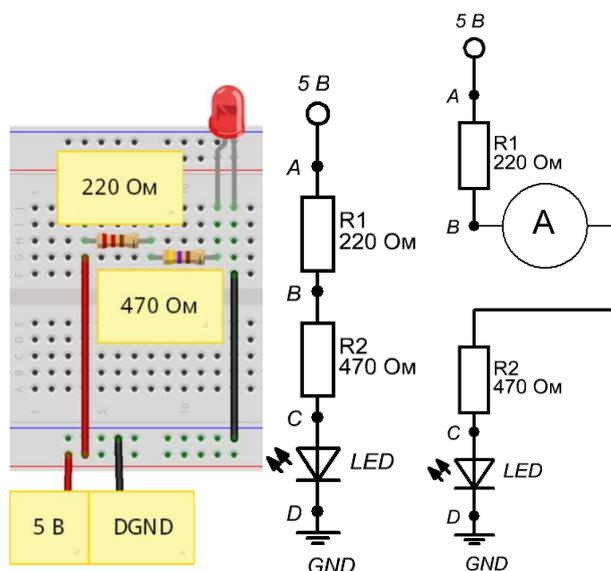
R1, Ом	R2, Ом	R _{AB} , Ом	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{AB} , В	U _{LED} , В
220	470					
150	220					
150	470					

4. Сравните напряжения U_{R1} , U_{R2} и U_{AB} . Сделайте вывод.

2.10. Измерение силы тока

Электрический ток протекает в реальных системах через элементы, соединенные различными способами. *Последовательное и параллельное соединения* в электротехнике — два основных способа соединения элементов электрической цепи. Исследуйте силу тока в разных точках цепи при последовательном и параллельном соединении проводников.

Задание 31. Соберите указанную цепь и измерьте силу тока в указанных точках. Заполните таблицу. Проанализируйте полученные значения, сделайте вывод.



Силу тока измеряют амперметром, который в цепь включается **последовательно**.

Точка цепи	I, мА
A	$I_A =$
B	$I_B =$
C	$I_C =$
D	$I_D =$

Задание 32. Самостоятельно соберите схему для демонстрации закона при *параллельном соединении проводников*: сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов в отдельных параллельно соединенных проводниках

«Когда теория совпадает с экспериментом. Это уже не открытие, а закрытие» (П. Л. Капица).

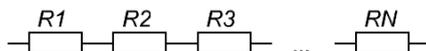
Подведем итоги ваших экспериментов и исследований:

- ✓ при последовательном соединении проводников сила тока в любых частях цепи одна и та же;
- ✓ полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи;
- ✓ сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов в отдельных параллельно соединенных проводниках;
- ✓ напряжение на участках цепи и на концах всех параллельно соединенных проводников одно и то же.

2.11. Соединение резисторов

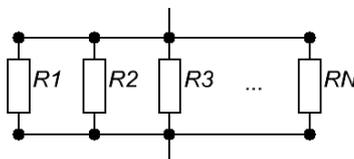
При последовательном соединении резисторов, их сопротивления суммируются:

$$R = R1 + R2 + R3 + \dots + RN.$$



При параллельном соединении общее сопротивление можно найти по формуле:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots + \frac{1}{RN}}$$



Если резистора всего два, то:

$$R = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

Если два резистора одинаковые, то:

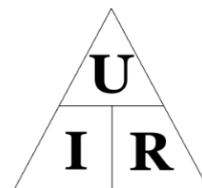
$$R = \frac{R1}{2}.$$

Комбинируя последовательное и параллельное соединение резисторов можно получать новые номиналы из имеющихся в наличии.

2.12. Закон Ома и токоограничивающий резистор

Закон Ома позволяет на заданном участке цепи определить одну из величин: силу тока, напряжение, сопротивление, если известны две остальные.

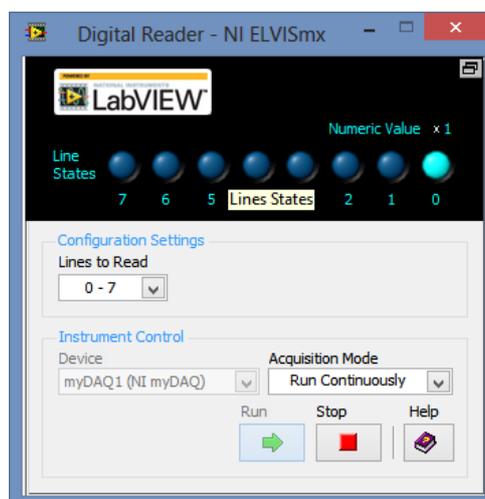
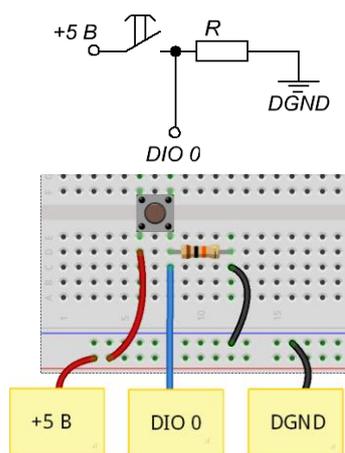
$$U = I \cdot R, I = \frac{U}{R}, R = \frac{U}{I}$$



Для удобства можно запомнить треугольник закона Ома — достаточно закрыть ту величину, которую необходимо найти и оставшаяся часть треугольника покажет формулу нахождения.

Одна из ролей, которую выполняет резистор в цепи, — это снижение силы тока до нужного уровня. Резистор, выполняющий эту функцию, называется *токоограничивающим*.

Задание 33. Проанализируйте работу указанной ниже цепи. Найдите номинал резистора R, чтобы безопасно (без короткого замыкания) увести ток с контакта в землю (максимальный ток 100 мА).



Соберите схему, и проверьте с помощью программного инструмента Digital Reader, правильно ли определяет myDAQ состояние порта DIO 0 при замкнутой и разомкнутой кнопке.

Инструмент Digital Reader позволяет считывать в каком состоянии находятся порты 0..7: в состоянии «замкнуто» или «разомкнуто» (1 или 0).

Задание 34. *Аналоговые выходы.* Максимальный выходной ток на аналоговую линию 2 мА. Максимальное выходное напряжение 10 В. Найдите номинал резистора, чтобы безопасно увести ток с контакта в землю.

В случае с myDAQ следует ограничивать ток, поступающий с выходных контактов (DIO 0..7, AO 0 и AO 1).

Задание 35. Соберите электрическую цепь, состоящую из источника тока на 9 В, резистора на 470 Ом и красного светодиода. Измерьте силу тока и напряжение на светодиоде. Сравните полученные значения с техническими характеристиками светодиода: 20 мА, 2,3 В.

Задание 36. В задании № 29 вы узнали сопротивления вашего тела постоянному току. Учитывая данные таблицы на стр. 34 рассчитайте опасное для вас напряжение.

2.13. Мощность резисторов

Кроме сопротивления, резисторы обладают и другой важной характеристикой — мощностью. Она определяет нагрузку, которую способен выдержать резистор. Для расчета нагрузки, действующей на резистор, используйте соотношения:

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$$

При превышении допустимой нагрузки, резистор будет греться и его срок службы может сильно сократиться.

Например, $U = 15$ В, тогда при сопротивлении резистора 220 Ом, мощность будет равна:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{15^2}{220} \approx 1 \text{ Вт.}$$

Так как имеющиеся резисторы рассчитаны на мощность в 0,25 Вт, то получилось превышение в 4 раза.

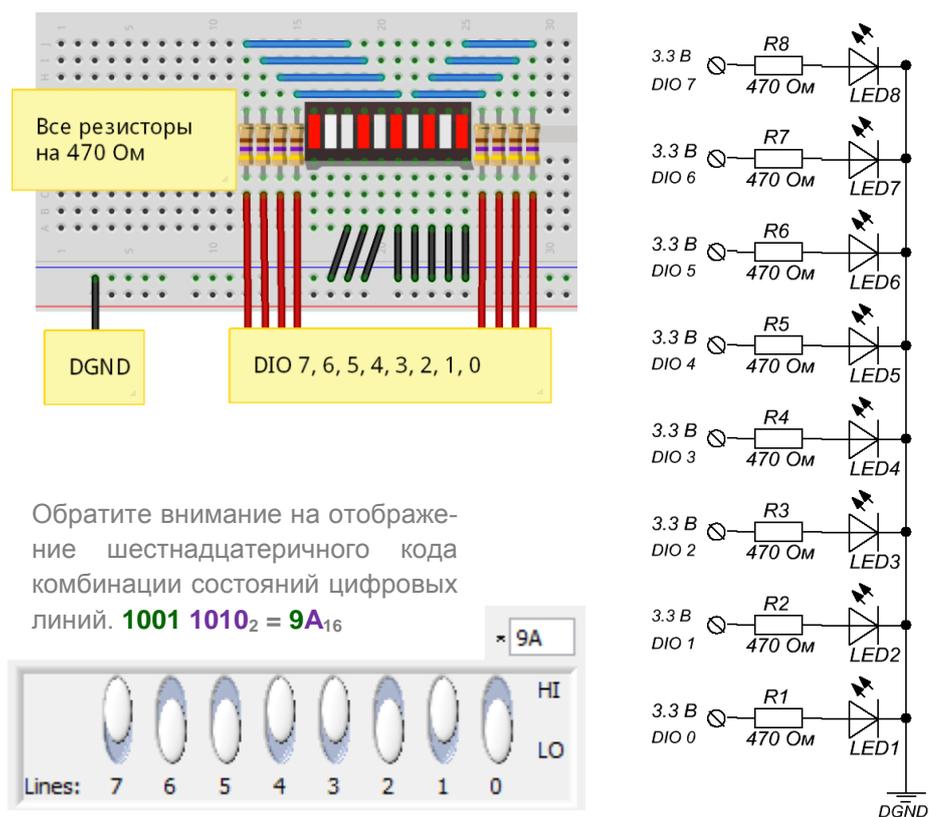


Будьте внимательными при выполнении заданий. Как вы видите на примере, резистор можно вывести из строя.

2.14. Проверка цифровых линий myDAQ

Современная компьютерная и интеллектуальная бытовая техника оперирует с цифровыми сигналами. С точки зрения диагностики электронных схем очень важной является возможность записи и считывания сигналов по цифровым линиям. Цифровые линии (*lines*) обозначены 0–7. Любая линия может быть выставлена либо в состояние логической 1 (HI), либо 0 (LO). Все вместе эти 8 линий составляют 1 порт (*port*).

Задание 37. Используя указанные ниже иллюстрации, соберите электрическую цепь для проверки работы цифровых выходов NI myDAQ.



Задание 38. Рассчитайте мощность, которую потребляет собранная электрическая цепь. Сравните с максимальной мощностью для myDAQ.

2.15. Светодиод и токоограничивающий резистор

Светодиод — вид диода, который излучает свет, когда через него проходит ток. Энергоэффективен, надежен, долговечен.

Светодиод или светоизлучающий диод (LED — Light-emitting diode) — полупроводниковый элемент, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении: от анода (+) к катоду (-). Изобретатель светодиода — русский физик Олег Владимирович Лосев. В 1927 году Лосев запатентовал «световое реле». Это была первая идея использования светодиодов в целях коммуникации. В 1938 году за исследования по электролюминесценции Олегу Владимировичу присвоена ученая степень кандидата физико-математических наук (без защиты диссертации).

Светодиод рассчитан на диапазон токов, и без резистора, который будет ограничивать ток, проходящий через светодиод, он перегорит. Важно заметить, вопрос как устанавливать резистор «до» или «после» — не важен (см. иллюстрацию справа).

Важно правильно рассчитать, какой резистор R в приведенной схеме нам нужно взять. Т.е. найти оптимальное сопротивление резистора и допустимую мощность.

При использовании устройства myDAQ возможны 3 сценария, определенные напряжением на источнике питания: 9 В, 5 В и 3,3 В.

В нашем случае светодиод имеет следующие характеристики:

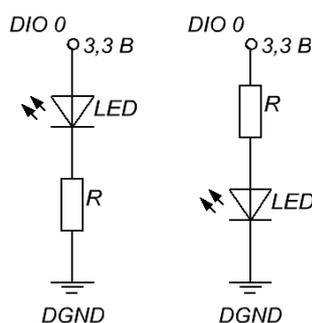
$$I_{LED} = 20 \text{ мА}, U_{LED} = 2,3 \text{ В}.$$

Светодиод — нелинейный элемент, его сопротивление зависит от силы тока и напряжения. Указанные параметры обеспечивают максимальную яркость светодиода.

Диод — электронный прибор, проводящий ток только в одном направлении.



Олег Владимирович Лосев
1903–1942



Т.к. в цепи резистор и светодиод подключены последовательно, то:

$$1) U_R = 9 \text{ В} - 2,3 \text{ В} = 6,7 \text{ В};$$

2) сила тока в цепи одинакова:

$$I_{LED} = I_R = 20 \text{ мА}.$$

$$1) U_R = 3,3 \text{ В} - 2,3 \text{ В} = 1 \text{ В};$$

2) сила тока в цепи одинакова, однако, в этом случае:

$$I_{LED} = I_R = 4 \text{ мА}.$$

Цифровые входы/выводы рассчитаны на максимальный ток в 4 мА — это указано в руководстве.

Далее по закону Ома нужно найти значение сопротивления, которое обеспечит такое падение напряжения:

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{6,7 \text{ В}}{0,02 \text{ А}} = 335 \text{ Ом}$$

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{1 \text{ В}}{0,004 \text{ А}} = 250 \text{ Ом}$$

Таким образом:

- если выбрать резистор, сопротивление которого больше полученного значения, то яркость светодиода будет ниже заявленной в технической документации;
- при выборе резистора с сопротивлением меньше полученного — срок службы светодиода будет сокращаться.

Естественно, мы выберем резистор большего сопротивления.

Найдем мощность, которую будет рассеивать резистор.

$$P = U \cdot I = 6,7 \text{ В} \cdot 0,02 \text{ А} = \\ = 0,134 \text{ Вт}$$

$$P = U \cdot I = 1 \text{ В} \cdot 0,004 \text{ А} = \\ = 0,004 \text{ Вт}$$

Важно, чтобы вычисленное значение было меньше мощности, на которую рассчитан резистор, иначе он перегорит. Все резисторы, которые находятся в вашем наборе, рассчитаны на максимальную мощность 0,25 Вт.

Задание 39. Самостоятельно рассчитайте токоограничивающий резистор для светодиода в случае использования источника тока на 5 В.

2.16. Осциллограф

Кроме задач отслеживания значений токов и напряжений, возникает необходимость рассмотреть работу цепи в динамике. Для этих целей используют *осциллограф* — прибор, предназначенный для исследования (наблюдения, записи, измерения) амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его входы.

Основной функцией любого осциллографа является отображение зависимости входного сигнала либо от времени, либо от другого сигнала, что позволяет наблюдать и исследовать формы сигналов.

Это один из важнейших приборов в радиоэлектронике. Он используется в лабораторных, научно-исследовательских и прикладных целях для контроля и изучения электрических сигналов.



Scope

Цифровой осциллограф в составе инструментов myDAQ

Осциллографы разделяются на одноканальные и многоканальные (2, 4, 6, и т. д. каналов на входе). Используемый в myDAQ осциллограф **двухканальный**, т.е. он позволяет наблюдать одновременно два отдельных сигнала (на входах AI 0 и AI 1), что позволяет сравнивать сигналы между собой по форме, амплитуде, частоте и пр.

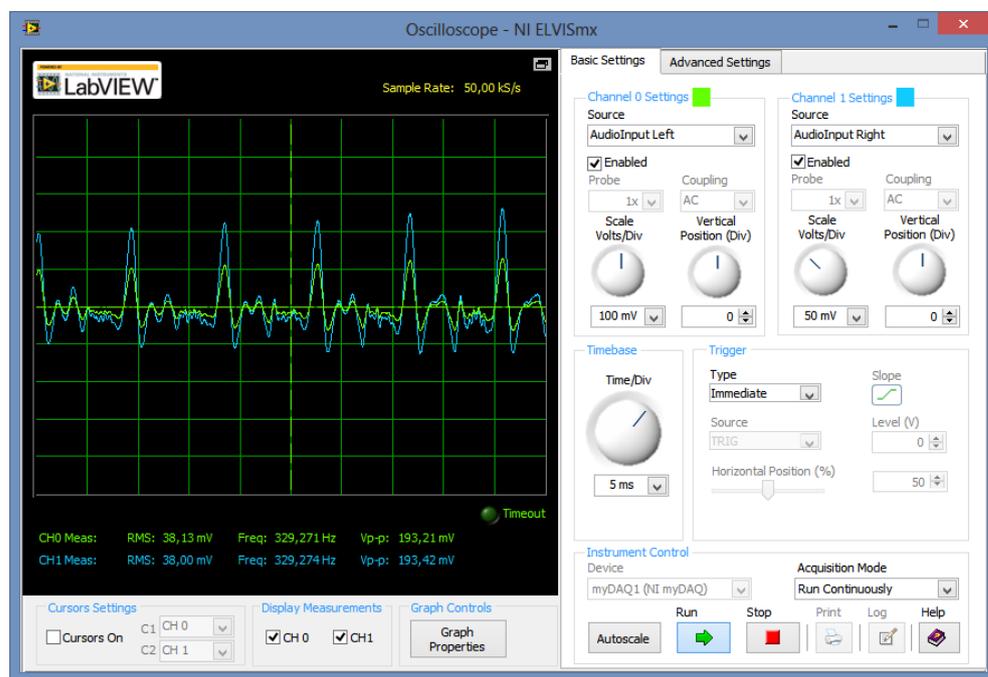
В 1885 году казанский физик Роберт Андреевич Колли создал первый прибор для наблюдения электрических сигналов — осциллометр. В 1893 году французский физик Андре Блондель изобрел магнитоэлектрический осцилоскоп. В 1897 году немецким физиком Карлом Брауном был создан катодно-лучевой прибор для индикации формы электромагнитной волны. В 1907 году Л. И. Мандельштам разработал схему и получил пилообразное напряжение для развертки осциллограммы.

С начала XX века осциллографы появляются во всех электротехнических лабораториях. Как бы ни развивалась электроника, для создания и настройки новых приборов необходимо визуальное наблюдение сигналов.



**Леонид Исаакович
Мандельштам**
1879–1944

Задание 40. Подключите микрофон к входу AudioIn, запустите программу цифрового осциллографа и исследуйте стереосигнал, получаемый с микрофона. Постарайтесь определить, во время какого звука был сделан нижеприведенный снимок экрана.

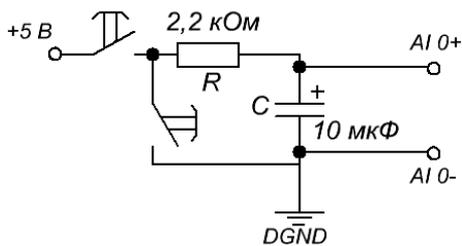


2.17. Конденсатор. Зарядка и разрядка

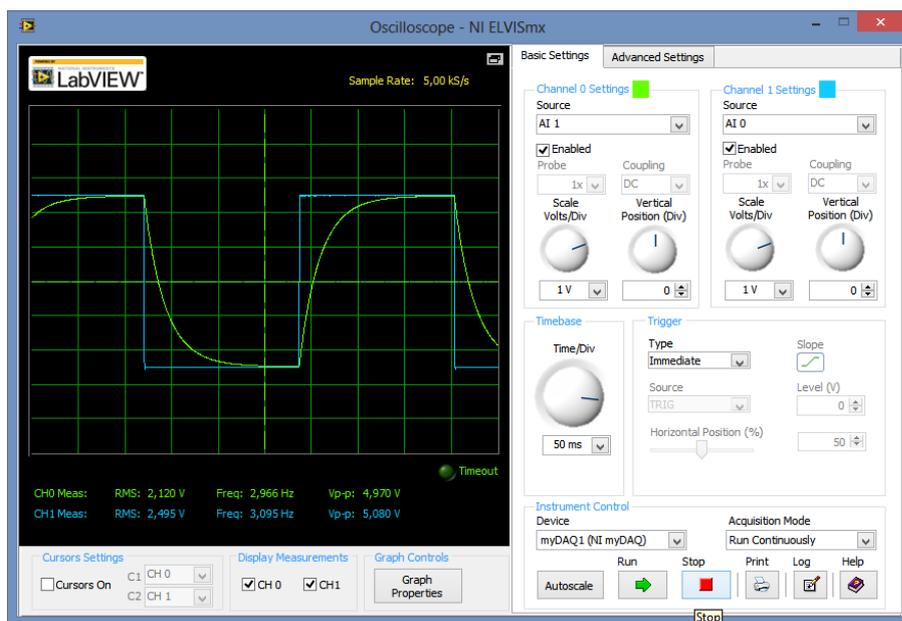
Конденсатор — накопитель электрических зарядов. Плоский конденсатор представляет собой систему из двух металлических электродов — пластин (обкладок), расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Между пластинами находится воздух или какой-либо другой изолятор (слюда, керамика, парафинированная бумага и т. д.).

Если конденсатор присоединить к источнику постоянного тока, то на его пластинах появятся равные по модулю и противоположные по знаку электрические заряды. Способность конденсатора накапливать электрический заряд определяется формулой: $q = C \cdot U$, где C — электрическая емкость конденсатора.

Задание 41. Соберите схему для изучения процесса зарядки и разрядки конденсатора. Запустите программу цифрового осциллографа. Настройте его параметры. Нажимая поочередно кнопки, исследуйте осциллограмму процессов зарядки/разрядки конденсатора.



ВНИМАНИЕ! Нажатие двух кнопок одновременно приведет к короткому замыканию.



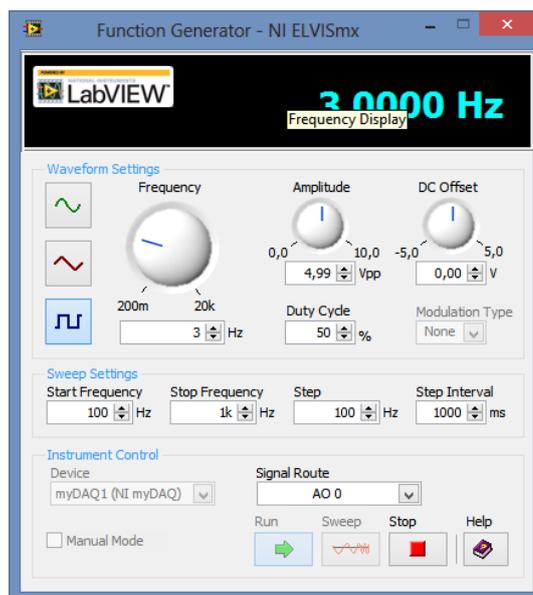
Если подаваемое напряжение больше внутреннего накопленного, конденсатор будет заряжаться. Если внешнее напряжение меньше — конденсатор будет отдавать заряд. Скорости изменения тока и напряжения при переходном процессе характеризуются временем релаксации $\tau = R \cdot C$ (время установления стационарного состояния).

За τ секунд конденсатор заряжается или разряжается примерно на 63%, за $5 \cdot \tau$ секунд конденсатор заряжается или разряжается на 99%. Чем больше R и C , тем медленнее происходит заряд или разряд конденсатора.

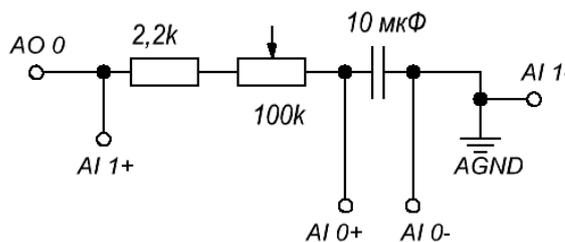
2.18. Функциональный генератор

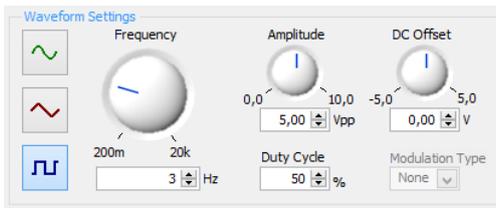
Генератор стандартных сигналов (или генератор функций) используется для генерации аналоговых сигналов наиболее распространенных типов (гармонический, прямоугольный, треугольный и т.д.)

Функциональный генератор (FGEN) генерирует сигналы различных типов выходных сигналов: синусоидального, П-образного, треугольного. Прибор имеет настройки амплитуды и частоты сигнала, смещения амплитуды. FGEN использует выход AO 0 и имеет диапазон частот от 0.2 Гц до 20 кГц.

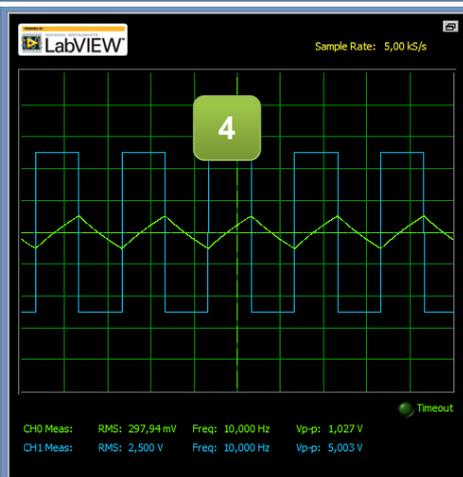
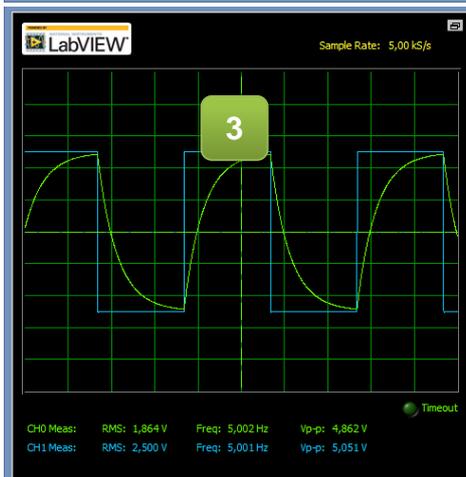
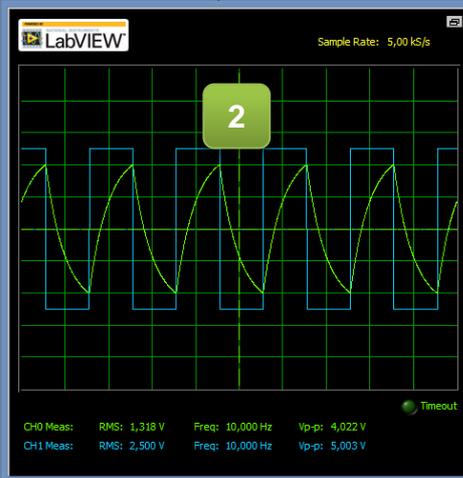
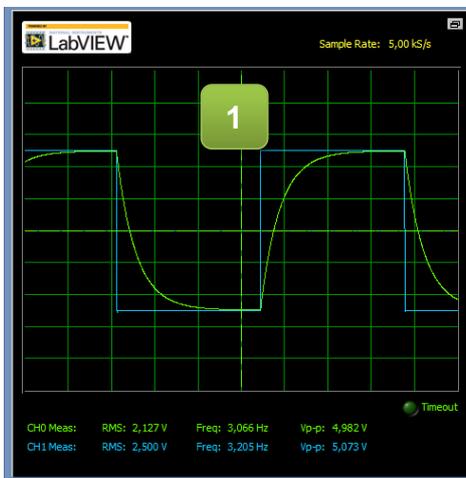


Задание 42. Подключите к схеме генератор прибора myDAQ (AO 0, AGND). Подайте на вход схемы прямоугольные импульсы напряжения с генератора. С помощью осциллографа изучите сигналы на входе и выходе этой схемы, сделав так, чтобы оба сигнала одновременно выводились на экран. Изменяя сопротивление потенциометра, частоту генерации (до 10 Гц) П-образного сигнала, настройки осциллографа, получите графики, изображенные ниже (1,2, 3 и 4). Обсудите увиденные экспериментальные данные. Объясните полученные результаты.





На осциллограммах вы видите изменение напряжения на конденсаторе в форме «пилы». *Напряжение пилообразной формы* — это напряжение, которое в течение определенного времени нарастает или убывает, а затем возвращается к исходному уровню.



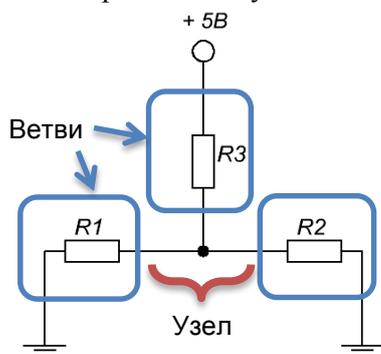
Процессы заряда и разряда конденсатора широко используют в электронике и автоматике. С их помощью получают периодические несинусоидальные колебания, называемые релаксационными. Генератор пилообразного напряжения, например, — основа блока строчной развертки в любом телевизоре, мониторе, дисплее и т.д. Он может использоваться в логопедии для отработки правильного дыхания, особенно у заикающихся детей.

Задание 43. Аналогично предыдущему заданию исследуйте при помощи осциллографа процесс зарядки/разрядки конденсатора емкостью 100 нФ. Измерьте общее сопротивление резистора и потенциометра для каждого из случаев, указанных выше.

2.19. Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока

Узел цепи в электронике — точка, в которой соединяются три (или более) проводника электрической цепи. Точки, которые связаны друг с другом, без других компонентов между ними рассматриваются как единый узел. *Ветвь* электрической цепи (неразветвленный участок) — участок электрической цепи, содержащий только последовательно включенные элементы.

Электрическая цепь, содержащая узлы и ветви, называется разветвленной. Для расчета разветвленных цепей, содержащих неоднородные участки, используют правила Кирхгофа. Расчет цепей состоит в отыскании токов на различных участках цепей.



I правило Кирхгофа: алгебраическая сумма токов в узлах равна нулю. Знаки определяются в зависимости от того, направлен ток к узлу (-) или от него (+).

Контур электрической цепи — замкнутый путь, проходящий через несколько узлов и ветвей электрической цепи.

II правило Кирхгофа: алгебраическая сумма падений напряжения в замкнутом контуре равна алгебраической сумме ЭДС.

Используя эти правила, вы сможете быстро и легко проанализировать схему и понять ее. Это умение достигается практикой и опытом.

Задание 44. Проанализируйте информацию в сети Интернет по теме «Правила Кирхгофа». Самостоятельно придумайте схему, на которой по измеренным значениям напряжения с помощью muDAQ можно убедиться в справедливости правил Кирхгофа для электрических цепей.

2.20. Скорость вращения вентилятора

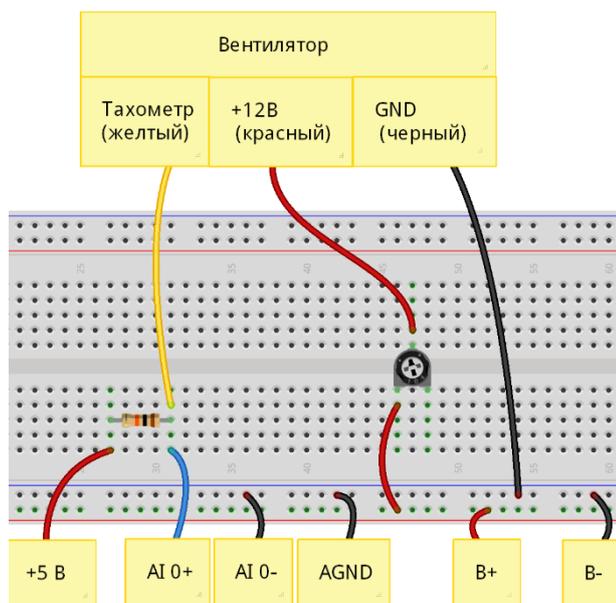
Вентилятор из комплекта имеет 3-вывода: питание (до +12 В), земля и импульсный тахометрический выход. Обязательно найдите и изучите техническую документацию к данной модели вентилятора.

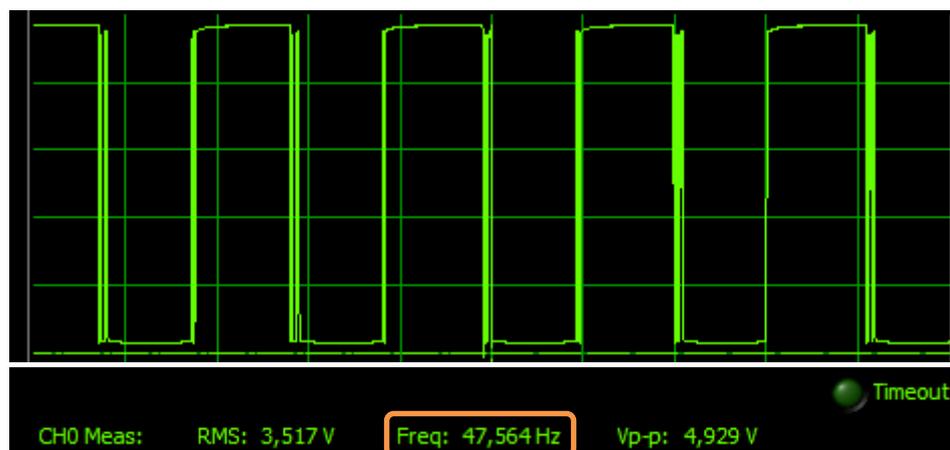
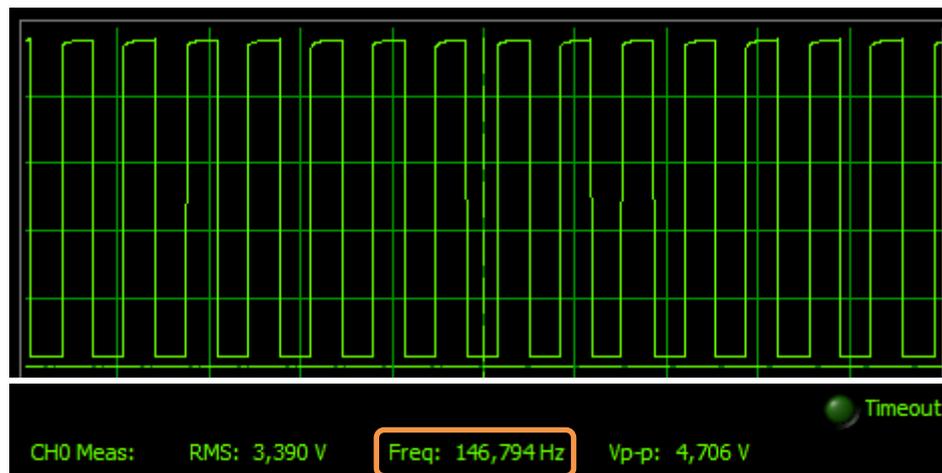
Скорость вращения зависит от напряжения питания. В технической документации к вентилятору будет указано максимальное количество оборотов (в нашем случае: 4000 оборотов в минуту при напряжении в 12 В).

Сигнал тахометра представляет собой прямоугольные импульсы напряжения, причем за один оборот вентилятора формируется два импульса напряжения. Зная частоту следования импульсов тахометра, можно определить скорость вращения вентилятора. Например, если частота импульсов тахометра равна 100 Гц (100 импульсов в секунду), то скорость вращения вентилятора составляет 50 оборотов в секунду (3000 об/мин).

Для вентилятора, чтобы он начал вращаться, потребуется напряжение порядка 6 В (значение из технической документации). Для поддержания вращения ему необходимо меньшее напряжение. Поскольку механизм должен преодолеть инертность и трение покоя, напряжение, которое требуется для запуска вентилятора, превышает то напряжение, которое требуется для поддержания вращения.

Задание 45. Соберите схему по указанной иллюстрации. Используя цифровой осциллограф, определите частоту импульсов (параметр «Freq.»). Далее определите частоту вращения вентилятора в оборотах в минуту. Изменяя потенциометром скорость вращения вентилятора, определите частоту вращения для выбранных вами положений потенциометра. Обсудите полученные результаты.





Мы можем анализировать параметры полученного сигнала, выдвигать гипотезы, делать предположения, расчеты и выводы. Это первый уровень познания окружающего мира.

Однако у вас могло возникнуть естественное желание автоматизировать эту задачу.

В следующей главе вы познакомитесь с программным обеспечением, которое позволит захватывать сигналы, проводить их анализ и преобразования, и, конечно, представить новый выходной сигнал, новый результат. Это уже следующий уровень — уровень преобразований.

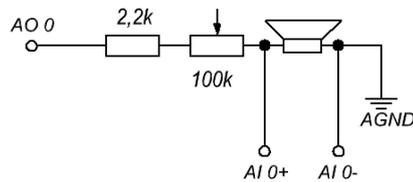
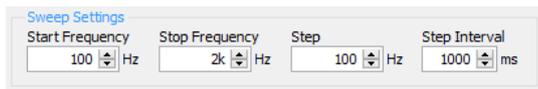
2.20. Зачет №1

Выполните небольшую зачетную работу.

Задание 46 (теоретическая часть). Дайте развернутый ответ на следующие вопросы:

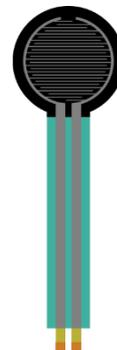
1. Чем отличаются виртуальные измерительные приборы от традиционных?
2. В чем преимущества и недостатки виртуальных приборов?
3. Что входит в состав измерительного комплекса на базе компьютерной техники?
4. С какими трудностями вы столкнулись, используя этот прибор для измерения физических величин?

Задание 47 (практическая часть). Самостоятельно исследуйте тему «Пьезоизлучатель звука». Соберите указанную схему. Подключите функциональный генератор и осциллограф. Исследуйте работу схемы. Представьте полученные вами результаты в максимально интересной и динамичной форме.



Задание 48 (исследовательская часть). Создайте электрическую цепь для демонстрации работы резистивного датчика силы.

Тензорезистивный датчик силы (Force-Sence Resistor) уменьшает свое сопротивление, когда есть увеличение силы, приложенной к круглой активной области (12,7 мм в диаметре), что позволяет определить силу или давление. Его конструкция из толстой полимерной пленки оптимизирована для использования в сенсорном управлении электронными устройствами, а также для определения массы от нескольких граммов до 10 кг.



3. Знакомство с программным

обеспечением

3.1. Среда разработки

Практически у всех разработчиков устройств и приборов возникает необходимость подключить их к компьютеру. Тогда встает вопрос, а какое программное обеспечение использовать для обмена информацией, анализа и обработки полученных данных?

Одна из самых известных, удобных и востребованных программ для таких целей — LabVIEW (**L**aboratory **V**irtual **I**nstrumentation **E**ngineering **W**orkbench — среда разработки лабораторных виртуальных приборов) — это среда разработки программ, использующая графический язык программирования «G» компании National Instruments.

Система графического программирования LabVIEW позволяет создавать приложения для задач сбора, обработки, визуализации информации от различных приборов, лабораторных установок и т.п., а также для управления технологическими процессами, комплексами и устройствами.

С помощью датчиков (сенсоров), аналого-цифровых преобразователей и компьютера, используя LabVIEW, вы можете создавать прототипы, а в дальнейшем множество измерительных приборов различного назначения и осуществлять обработку результатов.

В промышленных задачах:

- измерение сигналов с датчиков;
- промышленная автоматизация;
- встраиваемые системы измерения и управления;
- автоматизированные системы тестирования;
- управление приборами;
- системы диагностики;
- системы управления и имитаторы;
- прототипирование систем;
- мехатроника и робототехника.

В научных исследованиях:

- моделирование;
- автоматизация эксперимента;
- обработка результатов эксперимента.

LabVIEW используется при управлении Большим адронным коллайдером.

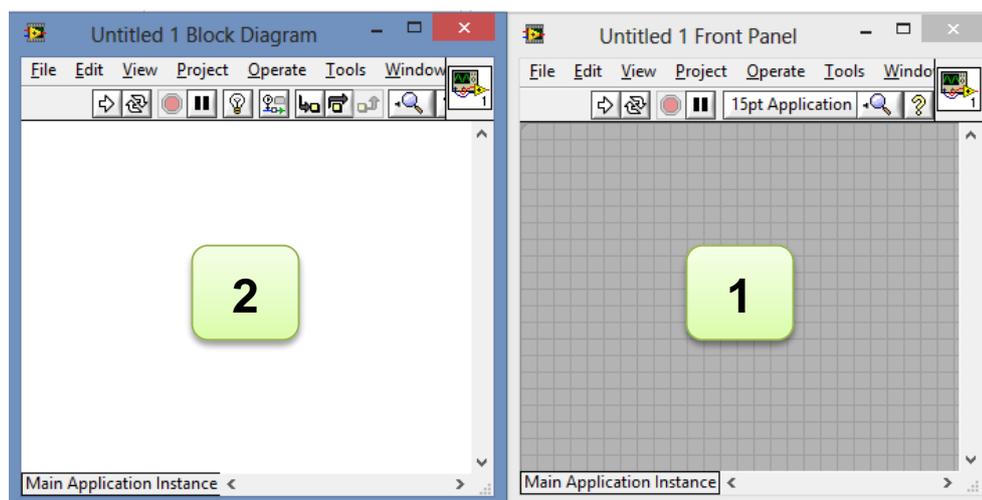
Задание 49. Ознакомьтесь с возможностями LabVIEW по следующей ссылке: http://www.labview.ru/labview/what_is_labview/.

Освоение LabVIEW — путь к настоящей научно-исследовательской работе, которую в полном объеме вы ощутите в высших технических учебных заведениях.

3.2. Виртуальные приборы

Программа LabVIEW называется виртуальным прибором (Virtual Instrument) и состоит из двух частей:

- ✓ *лицевой панели (Front Panel)* — это внешний интерфейс с элементами управления и отображения, которые являются интерактивными средствами ввода и вывода данных этого виртуального прибора (1);
- ✓ *блок-диаграммы (Block Diagram)*, описывающей логику работы будущего виртуального прибора (2); объекты лицевой панели отображаются на блок-диаграмме в виде терминалов.

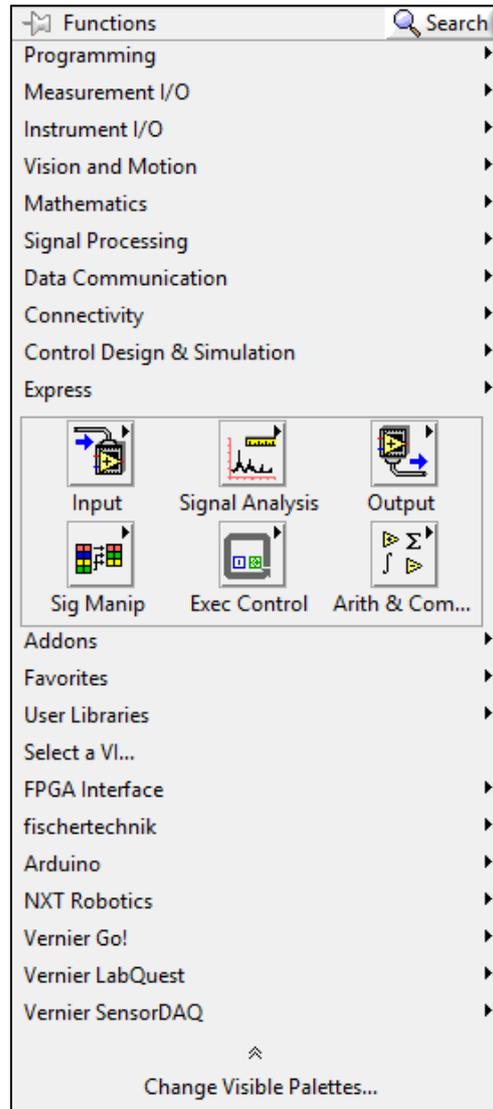


Вся система управления и система команд LabVIEW может быть обнаружена вами при исследовании двух основных палитр:

- ✓ *Controls* — палитра элементов управления и индикаторов;
- ✓ *Functions* — палитра функций для использования на блок-диаграмме.

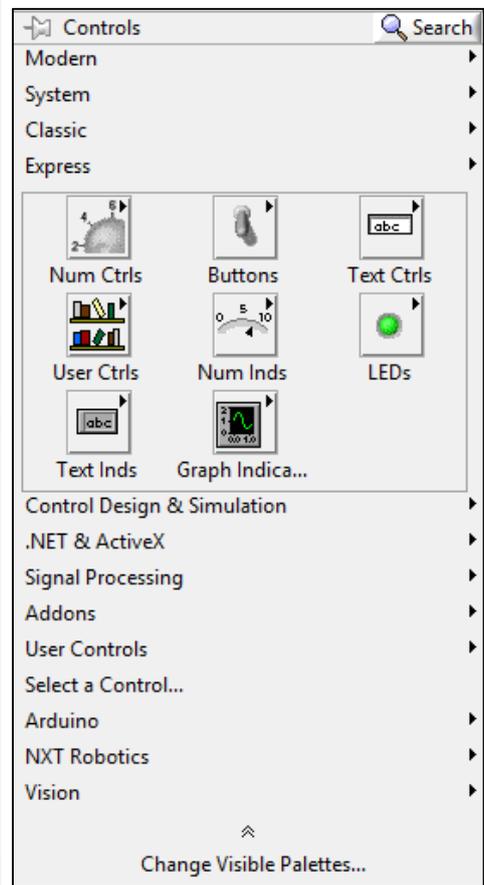
Все элементы на палитрах сгруппированы по разделам.

В языке G используются те же конструкции и методы программирования, что и в других языках: типы данных, циклы, переменные, рекурсия, обработка событий, объектно-ориентированное программирование.



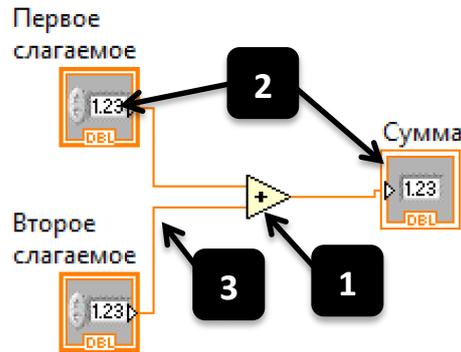
ВНИМАНИЕ!

Все действия, которые могут быть применены к объектам, их свойства всегда могут быть вызваны нажатием правой кнопки мыши на объекте.



Исходный код — это блок-диаграмма, в которой элементы языка соединены между собой. Блок-диаграмма состоит из:

- ✓ *узлов (Node)*, у которых есть входы и/или выходы, и которые выполняют алгоритмические операции (1);
- ✓ *терминалов (Terminals)* — это представление объектов лицевой панели на блок-диаграмме и порты ввода и вывода, через которые осуществляется обмен информацией между лицевой панелью и блок-диаграммой (2);
- ✓ *проводников данных (Wires)*, по которым данные передаются между объектами (3).



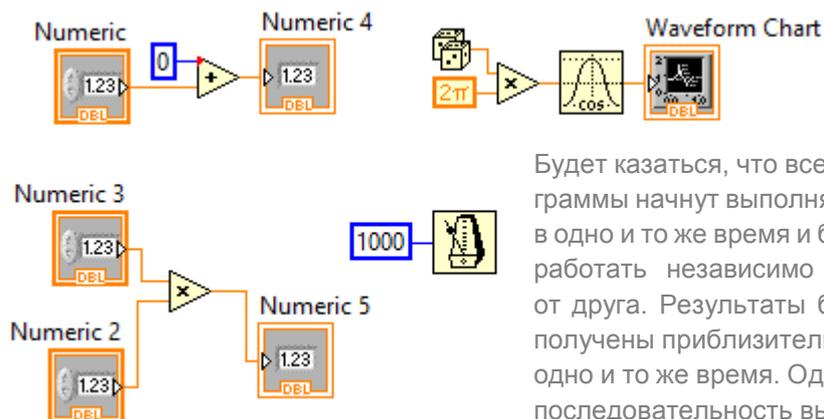
Обратите внимание, что иконки всех объектов (терминалов, узлов) описывают их свойства и действия.

Задание 50. Постарайтесь по рисунку быстро описать действия представленных узлов.



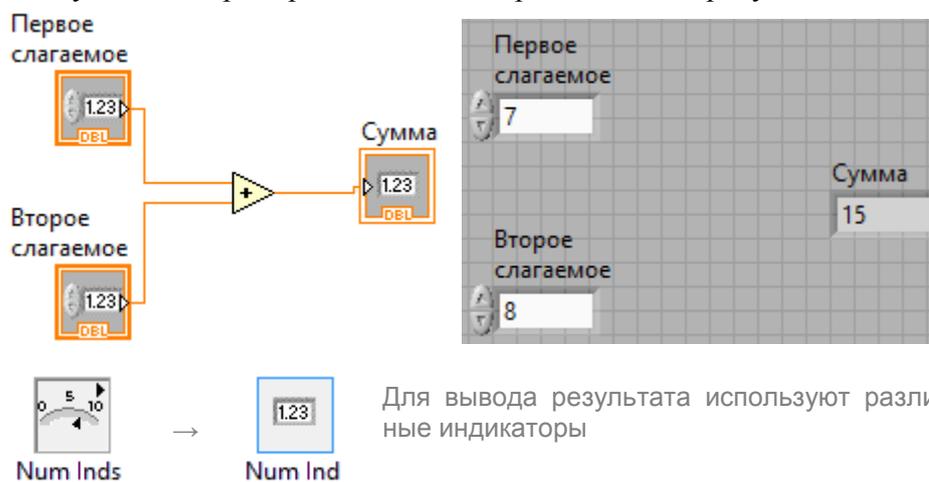
В основе языка G лежит *концепция потока данных*, который определяет последовательность выполнения функциональных узлов программы. Узлы программы получают данные через входы, производят их обработку, и данные появляются на выходах. Узел выполняется только тогда, когда данные доступны на всех его входных терминалах, далее он данные обрабатывает и результат передает на выходные терминалы. На этом исполнение узла завершается.

Задание 51. Проанализировав изображенную ниже диаграмму, перечислите, какие узлы в ней используются, и определите, какой узел будет выполняться первым.



Будет казаться, что все программы начнут выполняться в одно и то же время и будут работать независимо друг от друга. Результаты будут получены приблизительно в одно и то же время. Однако, последовательность выполнения обязательно есть.

Задание 52. Составьте программу сложения, вычитания, умножения, деления двух чисел. Пример для сложения представлен на рисунке ниже.



Для вывода результата используют различные индикаторы

Управление программой:



однократный запуск (*Run*);



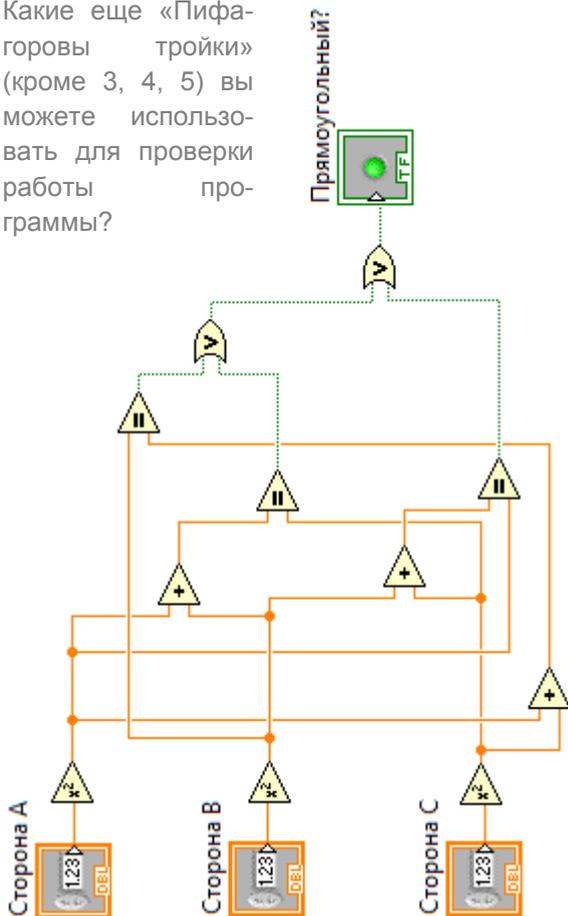
непрерывный запуск (*Run Continuously*);



остановка выполнения виртуального прибора (*Abort Execution*)

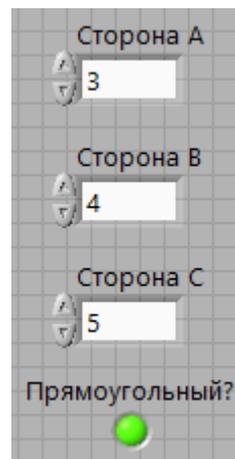
Задание 53. Составьте программу, определяющую по значениям длин всех сторон треугольника, является ли он прямоугольным.

Какие еще «Пифагоровы тройки» (кроме 3, 4, 5) вы можете использовать для проверки работы программы?



ВНИМАНИЕ!

Если щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе блок-диаграммы, то в контекстном меню будет представлена соответствующая ему палитра (Palette). Для числовых элементов — одна, для логических — другая.



Задание 54. Напишите программу, вычисляющую длину окружности и площадь круга по введенному значению радиуса.

3.3. Компьютерное моделирование

Модель — это искусственно созданный объект, дающий упрощенное представление о реальном объекте, процессе или явлении, отражающий существенные стороны изучаемого объекта с точки зрения цели моделирования. Объект, для которого создается модель, называют *оригиналом*.

Моделирование — это распространенный метод научного познания, заключающийся в исследовании предметов, процессов или явлений путем построения и изучения их моделей.

В большинстве случаев обязательной частью исследования является использование математического моделирования. *Математическая модель* — способ представления модели, отображающий связь различных параметров объекта через математические формулы и понятия.

В тех случаях, когда моделирование ориентировано на исследование моделей с помощью компьютера, одним из его этапов является разработка компьютерной модели.

Компьютерная модель — это созданный за счет ресурсов компьютера виртуальный образ, качественно и количественно отражающий внутренние свойства и связи моделируемого объекта, иногда передающий и его внешние характеристики. Основной задачей процесса моделирования является выбор наиболее адекватной к оригиналу модели и перенос результатов исследования на оригинал.

Технология моделирования требует от исследователя умения корректно ставить проблемы и задачи, прогнозировать результаты исследования, приводить разумные оценки, выделять главные и второстепенные факторы для построения моделей, выбирать аналогии и математические формулировки, решать задачи с использованием компьютерных систем, проводить анализ компьютерных экспериментов.

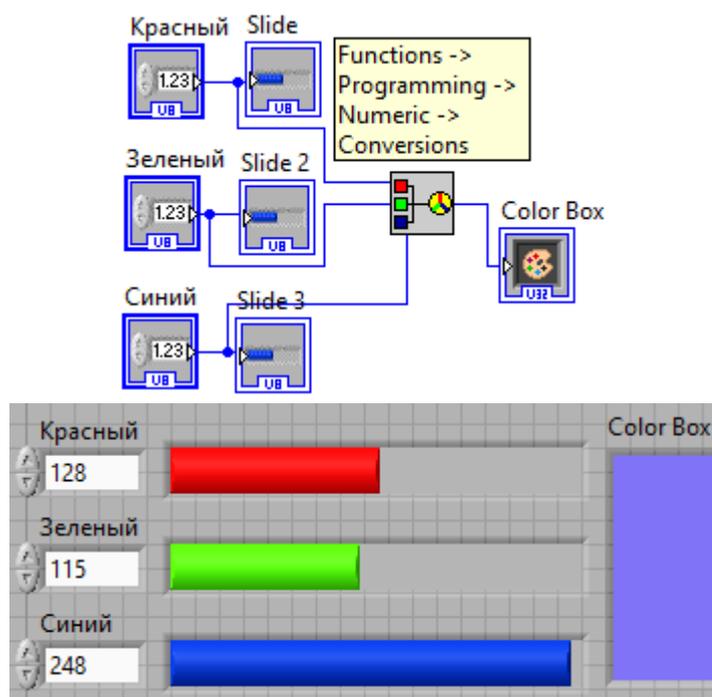
В компьютерных технологиях, в типографском деле и во многих других отраслях производства, связанных с обработкой изображения, возникает необходимость представить цвет в виде комбинации небольшого количества простых составляющих. Такое представление называется *цветовой моделью*. Цветовые модели — это почти совершенный способ для описания цветов.

Задание 55. Составьте программу, демонстрирующую цветовую модель RGB.

В основе цветовой RGB модели лежит воспроизведение любого цвета путем сложения трех основных цветов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Каждый канал (R, G или B) имеет свой отдельный параметр, указывающий на количество соответствующей компоненты в конечном цвете.

Каждая цветовая компонента может принимать значения от 0 до 255, таким образом, каждый цветовой канал несет в себе 8 бит информации ($2^8 = 256$). В результате глубина цвета в общей сложности составляет 24 бита.

RGB модель называется аддитивной, поскольку в ней происходит сложение цветов. Именно на такой модели построено воспроизведение цвета мониторами. Всего в такой модели получается использовать 16 777 216 цветов.



Задание 56. Составьте программу, которая по указанному цвету отображает три составляющие в RGB модели цвета.

Задание 57. Составьте программу, демонстрирующую «неравенство треугольника» (длина любой стороны треугольника меньше сумму длин двух других его сторон).

3.4. Цветовая дифференциация или о типах данных

В LabVIEW имеется богатый набор типов данных. Часто используемые и необходимые в этом курсе:

- ✓ *логический* — принимает два значения — истина (True) или ложь (False);
- ✓ *целочисленные* — делятся на знаковые (I8, I16, I32, I64) и беззнаковые (U8, U16, U32, U64); цифра после буквы — это число бит, которые занимает значение элемента данного типа в оперативной памяти;
- ✓ *числа с плавающей точкой* — подразделяются по точности представления (а значит и количеству битов);
- ✓ *строковые* — последовательности символов;
- ✓ *массивы* — набор пронумерованных (проиндексированных) элементов одного типа.

Какой тип используется, легко увидеть на иконках элементов (небольшие подписи помогают).

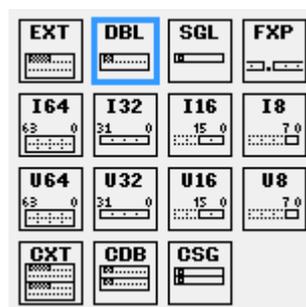
Более того, помогает и цветовая дифференциация:



- ✓ *синий* — это целые числа;
- ✓ *зеленый* — логические данные;
- ✓ *оранжевый* — действительные числа;
- ✓ *малиновый* — текстовые (строковые) данные.

Вы можете изменить тип представления числовых постоянных, элементов управления и индикаторов, вызвав их контекстное меню и выбрав опцию **Representation** (Представление).

Разные представления числовых данных задействуют разное количество байт памяти. Для каждого типа данных предусматриваются различные методы хранения. Это позволяет использовать память более эффективно.



Задание 58. Изучите палитры, предназначенные для работы со строковыми данными. Составьте две программы, демонстрирующие возможности обработки строковых данных.

3.5. Этапы построения компьютерной модели

При создании компьютерной модели необходимо пройти обязательные этапы, указанные в таблице.

Этап	Описание
Постановка задачи	Нужно осознать задачу и четко сформулировать ее, определить объекты, относящиеся к решаемой задаче и ситуацию, которую нужно реализовать
Анализ	Анализ выделенных существенных характеристик изучаемого объекта
Выбор метода и построение математической модели	Проанализировав постановку задачи, необходимо выбрать метод решения. На этом этапе происходит построение математической модели
Организация данных	Продумать, какие переменные, массивы или другие виды данных будут использованы. К этому этапу приходится обращаться и во время разработки алгоритма, когда появляется необходимость ввести новые переменные, используемые для получения промежуточных результатов
Алгоритмизация	Разработка алгоритма. Построение алгоритма закончено, если, читая его, каждое действие вы можете заменить оператором языка программирования. Ошибки на этом этапе труднее всего находить и исправлять
Программирование	Написание программы сводится к переводу алгоритма на язык программирования. Но если предыдущие этапы были выполнены некачественно, то алгоритм приходится дорабатывать уже на ходу
Тестирование программы	Тестирование — это процесс исполнения программы с целью обнаружения ошибок. Для проведения этого этапа заранее подготавливается система примеров, просчитанных заранее, с тем, чтобы сравнить их с результатами работы программы. Такие примеры называются тестами

Этап	Описание
Отладка программы	Если вы получили неправильные результаты работы некоторого теста, то необходимо выяснить, какая ошибка или ошибки дали такой эффект, и далее устранить их. Эта работа называется отладкой
Документирование	Разработка программы заканчивается ее описанием, или документированием. Не имея описания программы, в ней будет трудно разобраться уже через некоторое время. Описание потребуется и тому, кто захочет воспользоваться вашей программой или усовершенствовать ее

Задание 59. Составьте программу вычисления площади треугольника по значениям длин всех его сторон (по формуле Герона), акцентируя особое внимание на каждом их этапов компьютерного моделирования.

Вы успешно решили поставленную задачу. Однако задумайтесь, если посчитать площадь попросили бы лично вас, то каковы были бы ваши реальные действия?

Огромным шагом в истории развития отечественной вычислительной техники стало появление в 1975 году первого советского инженерного микрокалькулятора «Электроника БЗ-18».

В кратчайшие сроки разработчиками была проделана огромная работа. В кристалл размером с одну тетрадную клетку удалось вместить около 10 тысяч транзисторов, 8 тысяч резисторов, 1 тысячу конденсаторов и 25 тысяч соединительных проводников. В то время такое количество элементов содержали 50 телевизоров.

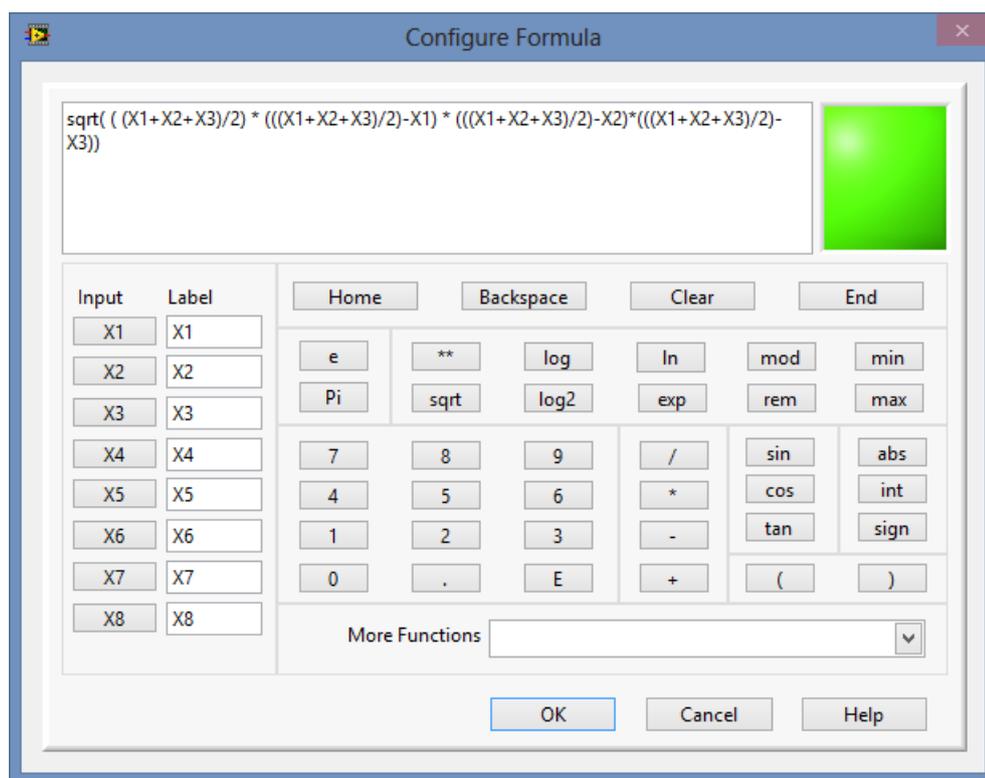
Цена такого калькулятора в 1976 году была немалой — 220 рублей. Инженер после окончания института в те времена получал 120 рублей в месяц.



Электроника БЗ-18

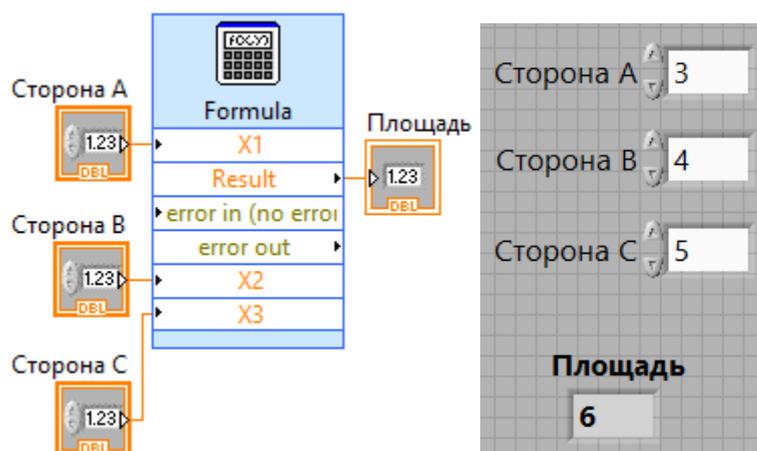
Конечно, вы бы использовали калькулятор. Это естественно, и в LabVIEW не просто заложены естественные конструкции — каждая новая версия среды программирования учитывает и тенденции в образовании, науке, промышленности, и особенности работы инженеров и ученых. Основная задача среды программирования — сделать работу специалистов более комфортной и сократить время на разработку проекта. Это важно понять, почувствовать.

Узел Formula (находящийся в палитре Functions → Arithmetic & Comparison) позволяет производить математическую обработку входных данных, обеспечиваемую базовыми научными калькуляторами.



Обратите внимание, что можно изменять имена переменных (в поле «Label»).

Задание 60. Составьте программу вычисления площади треугольника по значениям длин всех его сторон, используя узел *Formula Express VI*.



Задание 61. Составьте программу вычисления площади треугольника по значениям длин двух сторон и угла между ними.

3.6. Имитационное моделирование

В настоящее время широко применяется *имитационное моделирование* — метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью, описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

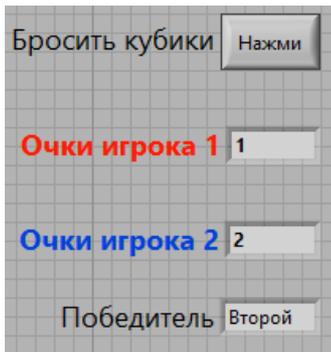
Имитационная модель — это формальное описание логики функционирования исследуемой системы, взаимодействия отдельных ее элементов, внешних связей, динамики развития во времени.

Имитационное моделирование направлено на построение моделей, описывающих процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и для заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику

К имитационному моделированию прибегают, когда:

- ✓ дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- ✓ невозможно построить аналитическую модель: в системе есть такой параметр как время и (или) случайные величины;
- ✓ необходимо симитировать поведение системы во времени.

Задание 62. Создайте имитационную модель игры в кости. Проанализируйте работу и программы, и модели.



Узел «Select».

Выбор потока данных в зависимости от условия



Узел «Round To Nearest».

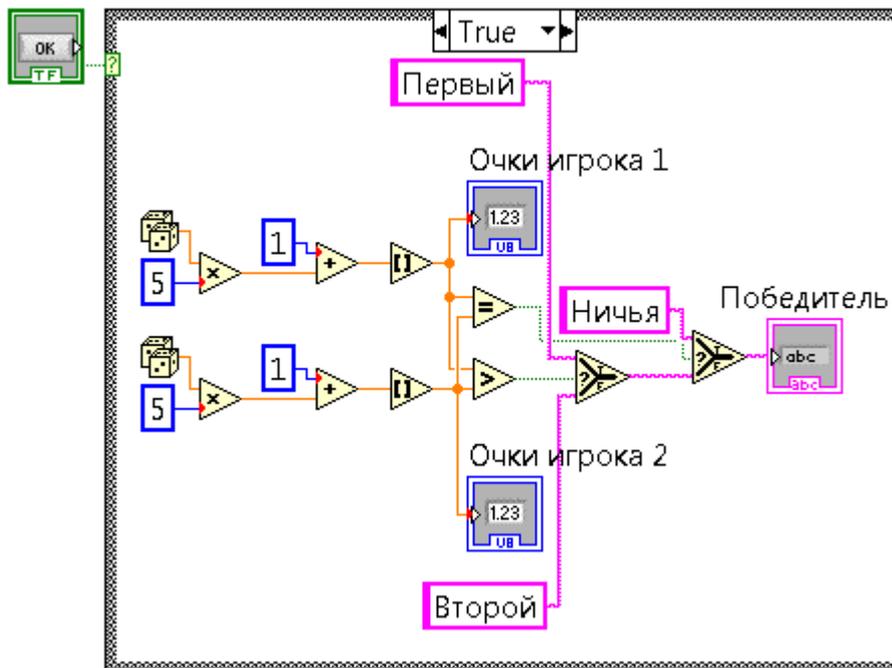
Округление до ближайшего целого

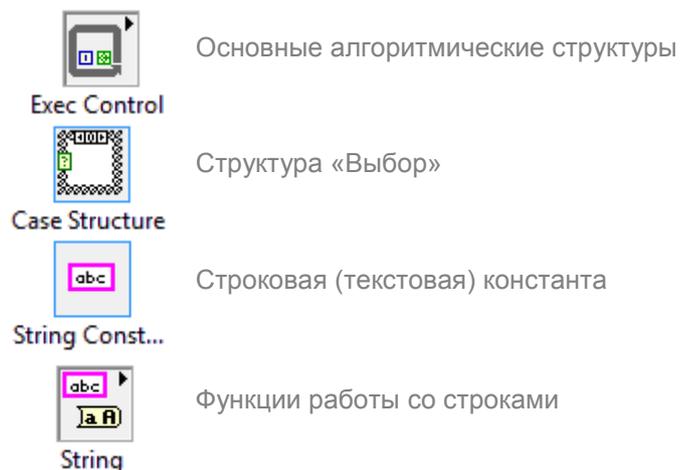


«Random Number (0-1)».

Случайное число от 0 до 1

Бросить кубики





Задание 63. Для полноты модели реализуйте вывод статистики выигрышей, проигрышей и ничьих.

Задание 64. Постарайтесь реализовать модель игры для двух участников.

С вероятностью 99,99% можно смело говорить, что кажущиеся простыми задания (63 и 64) не сдались под вашим натиском. Это нормально.

Мы привыкли думать, что 50% причин или потраченного на работу времени дадут нам 50% результата. Очень часто мы, практически добившись результата, не можем сделать тот последний шаг к успеху. Что-то незримо мешает...

Принцип Парето (закон Парето) — это эмпирическое правило, названное в честь итальянского инженера, экономиста и социолога Вильфредо Парето, в наиболее общем виде формулируется как «20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий — лишь 20 % результата».

В области компьютерных и инженерных технологий, в теории управления принцип Парето может применяться для оптимизации усилий. К примеру, специалисты компании Microsoft отметили, что, исправляя 20% наиболее часто сообщаемых пользователями ошибок, 80% всех ошибок оказываются исправленными.

3.7. Событийно-ориентированное программирование

В современных языках программирования события и обработчики событий являются центральным звеном реализации графического интерфейса пользователя.

Событие (event) — это уведомление о том, что нечто произошло. События могут порождаться пользовательским интерфейсом, внешними устройствами ввода-вывода или другими частями программы.

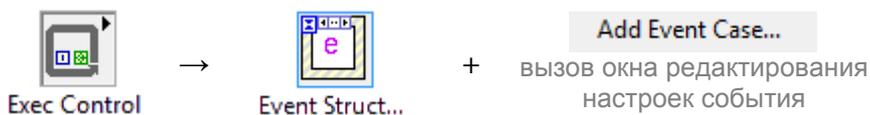
Реакция программы на каждое событие определяется кодом, написанным для него. Порядок выполнения событийно управляемой программы определяется тем, какие события происходят, и в каком порядке они появляются. *Event Structure* — программная конструкция, описывающая событие, которое вызывает программное прерывание.

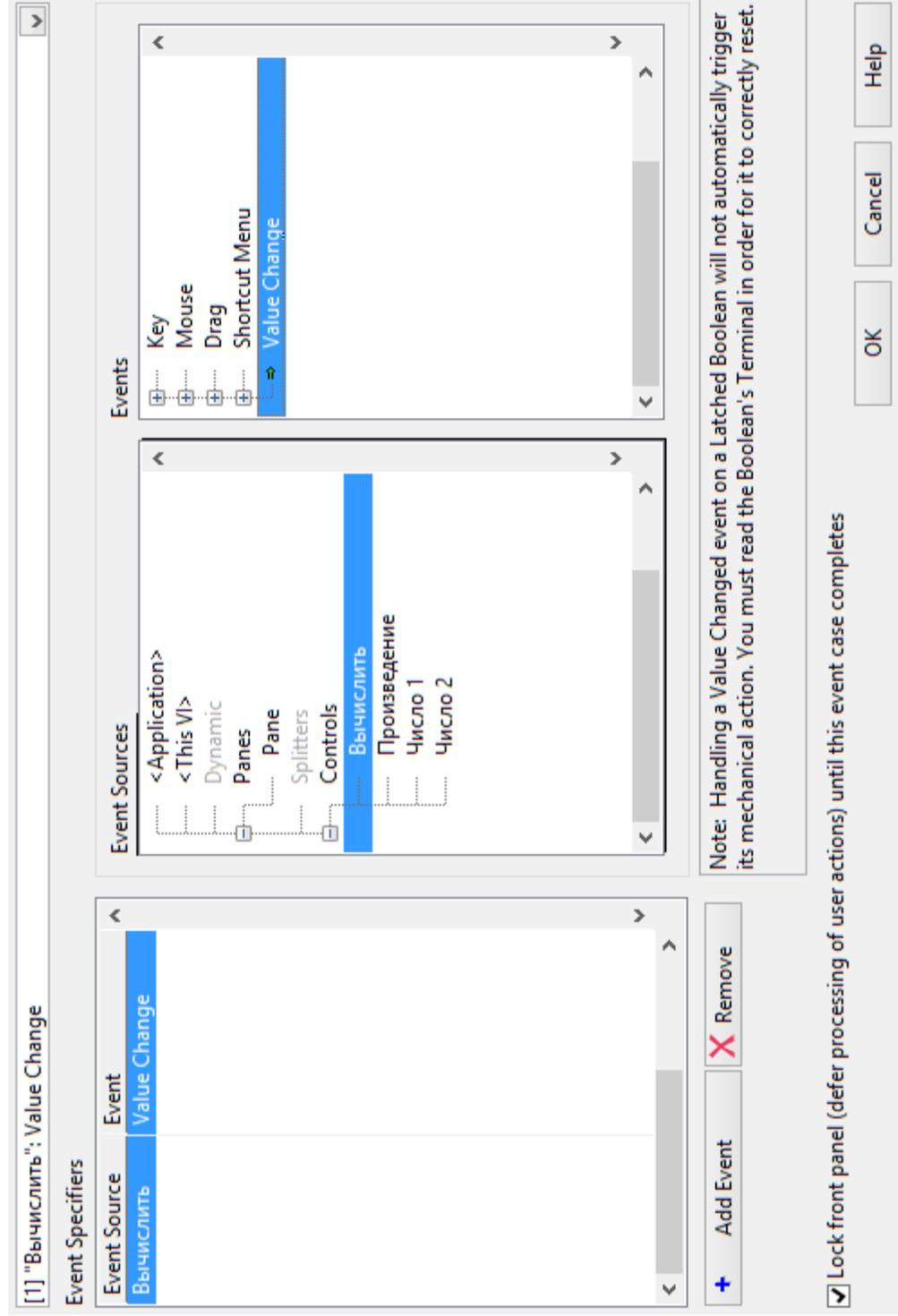
Структура ожидает наступления события на лицевой панели, после чего выполняет соответствующий вариант с целью обработки события. С помощью контекстного меню структуры можно добавить новые варианты событий или определить вид обрабатываемого события.

Программирование, в котором выполнение программы определяется событиями: действиями пользователя (клавиатура, мышь), сообщениями других программ и потоков, событиями операционной системы и т.д., называется *событийно-ориентированным*.

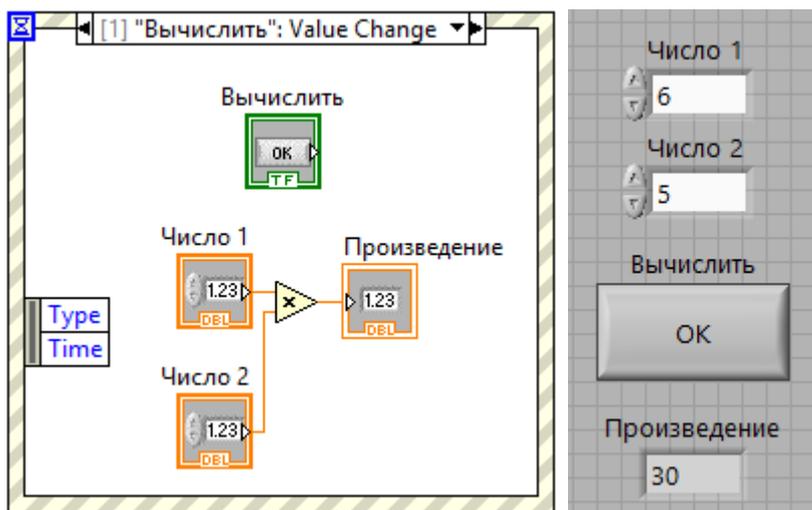
Событийно-ориентированное программирование, как правило, применяется в трех случаях:

- ✓ при построении пользовательских интерфейсов;
- ✓ при создании серверных приложений;
- ✓ при программировании игр, в которых осуществляется управление множеством объектов.

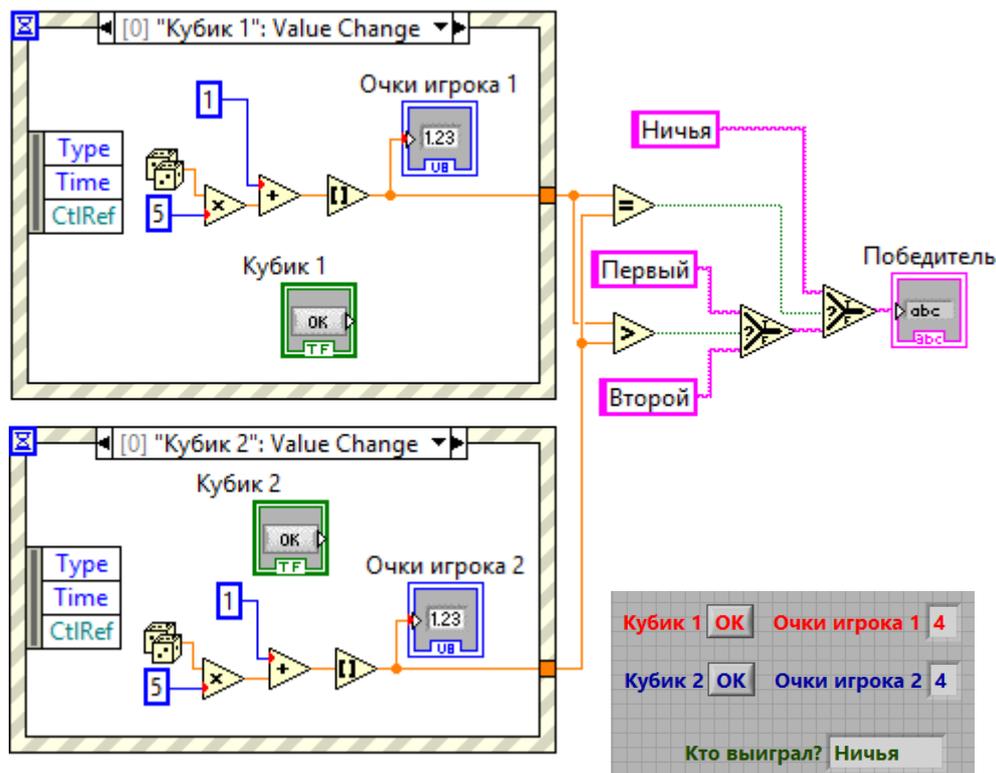


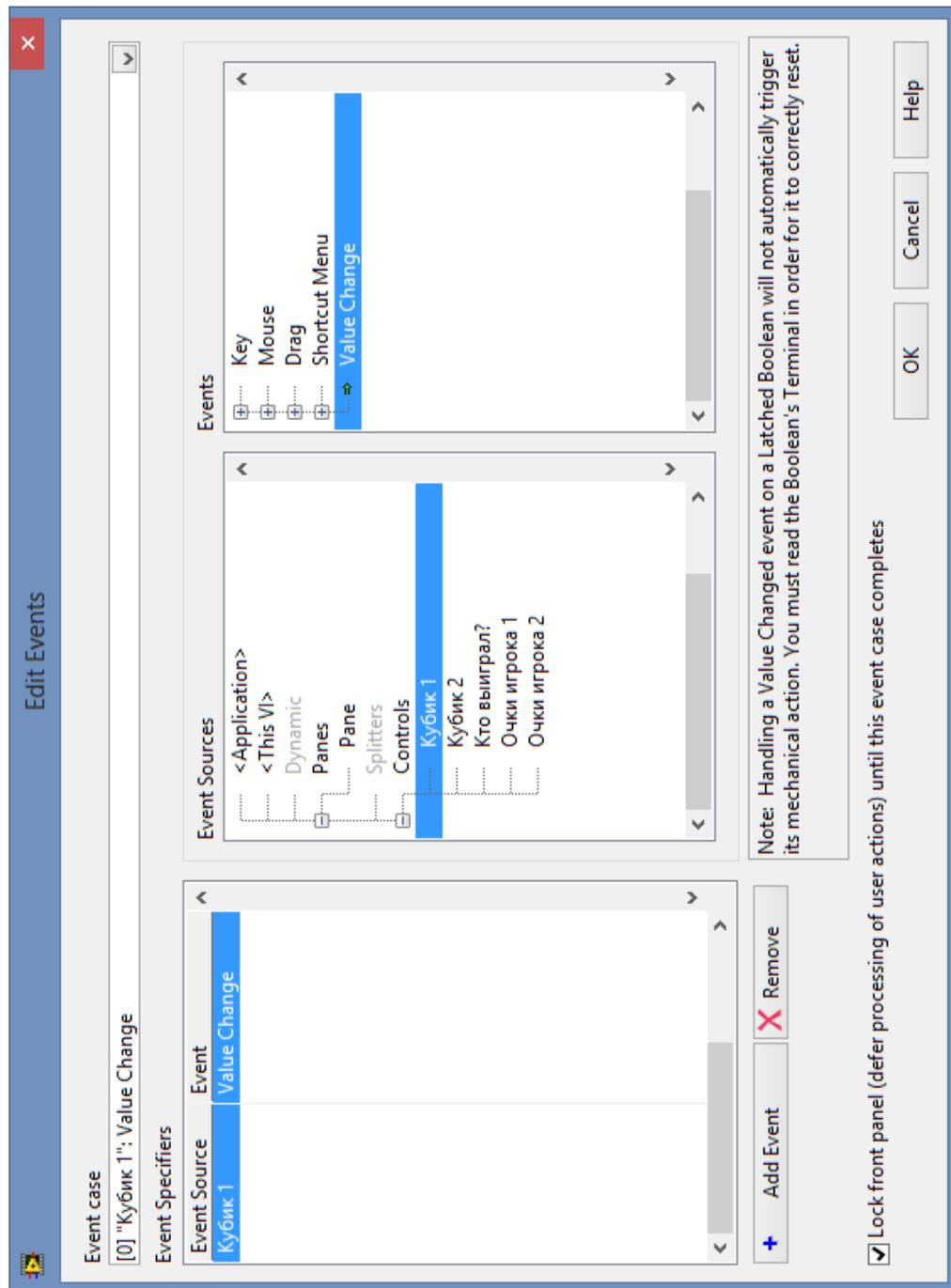


Задание 65. Составьте программу, демонстрирующую работу с событиями и проанализируйте ее работу.



Задание 66. Реализуйте модель игры в кости для двух участников, используя структуру «Событие».





Не забудьте внимательно ознакомиться с настройками Event Structure.

3.8. Основные алгоритмические структуры

Структурное программирование — система методов, приемов, способов разработки программного обеспечения, в основе которой лежит представление программы в виде иерархической структуры блоков. В соответствии с данной технологией любая программа представляет собой структуру, построенную из трех базовых конструкций:

- ✓ *последовательное исполнение* — однократное выполнение операций в том порядке, в котором они записаны в тексте программы;
- ✓ *ветвление* — однократное выполнение одной из двух или более операций, в зависимости от выполнения некоторого условия;
- ✓ *цикл* — многократное исполнение одной и той же операции до тех пор, пока выполняется некоторое заданное условие.

Концепция структурного программирования предложена в 70-х годах XX века Эдсгером Дейкстрой — нидерландским ученым, идеи которого оказали влияние на развитие компьютерной индустрии. Он один из ярчайших представителей науки и искусства языков программирования и лауреат премии Тьюринга — самой престижной премии в информатике, вручаемой Ассоциацией вычислительной техники за выдающийся научно-технический вклад в этой области.

Его публикации в течение пятнадцати лет охватывают широкий спектр тем от теоретических статей по теории графов до базовых руководств, описаний и философских размышлений в области языков программирования.



Эдсгер Дейкстра
1930–2002

В программе базовые конструкции могут быть вложены друг в друга произвольным образом, но никаких других средств управления последовательностью выполнения операций не предусматривается.

Повторяющиеся фрагменты программы могут оформляться в виде подпрограмм. В этом случае в тексте основной программы, вместо помещенного в подпрограмму фрагмента, вставляется инструкция вызова подпрограммы. При обращении к такой инструкции выполняется вызванная подпрограмма, после чего исполнение программы продолжается с инструкции, следующей за командой вызова подпрограммы.

Разработка программы ведется пошагово, методом «сверху вниз».

Итак, различают три базовые алгоритмические структуры: *следование*, *ветвление* и *повторение*, причем, любой сложный алгоритм может быть составлен из этих трех основных алгоритмических структур.

В LabVIEW структуры (*Structures*) — более широкое понятие, поэтому применяют термин «*конструкции программирования*».

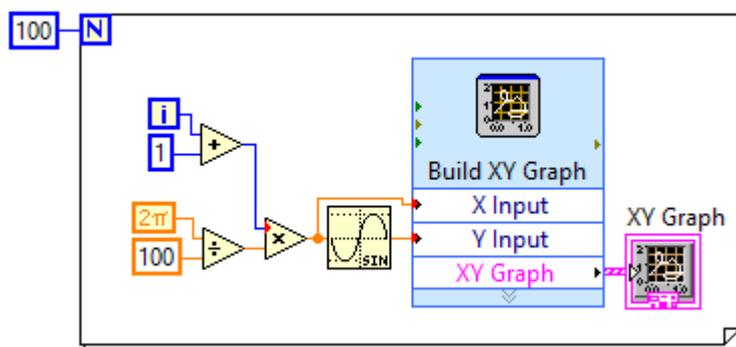
Конструкции программирования, которые соответствуют базовым алгоритмическим структурам, указаны в таблице.



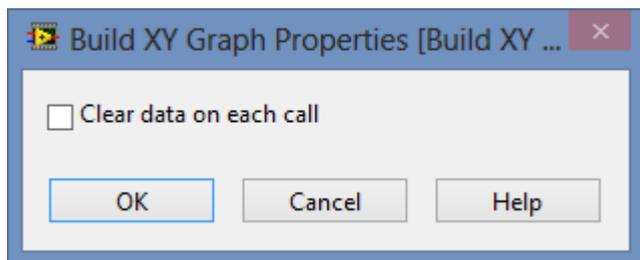
Structures

Линейный алгоритм	Алгоритм ветвления	Цикл	
		со счетчиком	с условием
 Flat Sequence	 Case Structure	 For Loop	 While Loop
Четкая (слева направо) последовательность действий	Если условие истинно (True), то выполняется одна группа действий, иначе — другая (False)	Повторить группу действий известное число (N) раз	Повторять действия до тех пор, пока условие не станет истинным

Задание 67. По аналогии с указанной ниже программой, создайте виртуальный прибор, строящий графики функций $\sin(x)$ и $\cos(x)$.

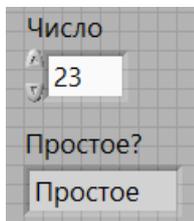
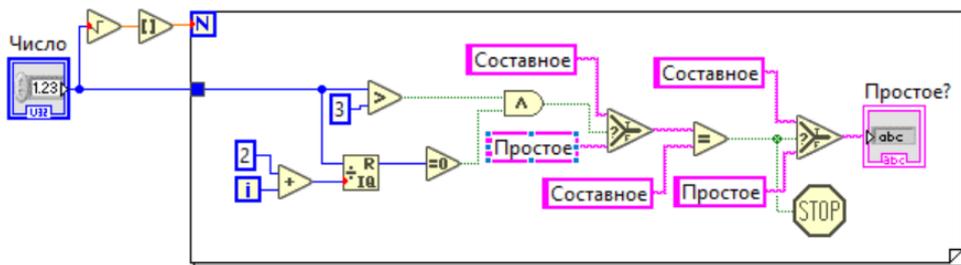


Цикл с фиксированным числом повторений выполняет код внутри его границ указанное число итераций. Это число равно величине, введенной в терминал числа итераций.



В свойствах *Build XY Graph (Express)* на блок-диаграмме отключите указанную настройку, которая очищает осциллограмму при каждом обращении к узлу.

Задание 68. Составьте программу, определяющую, является ли введенное натуральное число простым или составным. Проанализируйте работу программы. Найдите ошибки, недочеты и исправьте программу. Используйте метод перебора делителей.



Перебор делителей заключается в переборе всех целых чисел от 2 до квадратного корня из данного числа X и в вычислении остатка от деления X на каждое из этих чисел.

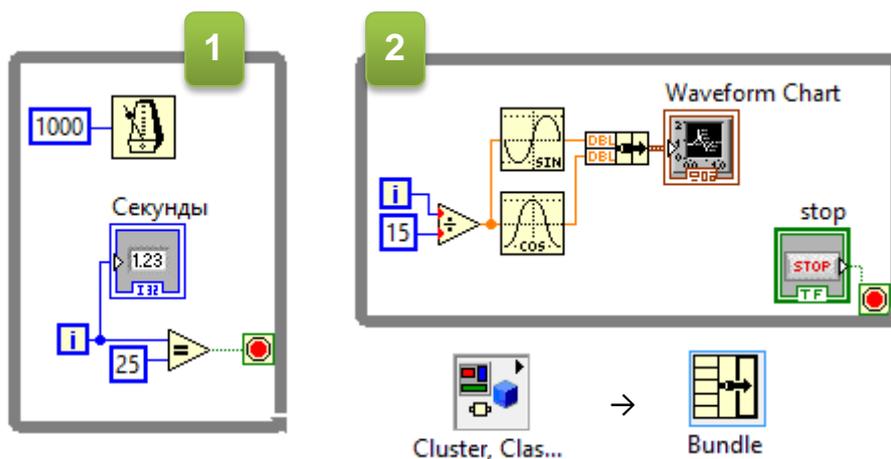
Для ускорения перебора можно не проверять четные делители, кроме двойки, и числа делящееся на три: представить делители в формате $6n+1$, где n — натуральное число. Таким образом тест на простоту числа ускоряется в три раза.



Do Not Highlight Execution

Искать проблемные участки вашего кода удобно, включив данную опцию. Тогда вам будет видно, какой узел выполняет программу первым, какие значения на его входах и выходах.

Задание 69. Составьте виртуальный прибор по блок-диаграмме 1. Проанализируйте и опишите его работу.



Внутри структуры размещаются терминалы счетчика итераций i и условия выхода из цикла. Код программы, размещенный в структуре, выполняется до подачи на терминал условия логической переменной ИСТИНА (TRUE).

Задание 70. Составьте виртуальный прибор по блок-диаграмме 2. Проанализируйте и опишите его работу.

Задание 71. Используя структуру выбора (Case Structure) и тумблер, измените вышеприведенную программу 2 таким образом, чтобы был реализован выбор вывода осциллограмм.

Задание 72. Создайте программу, определяющую, состоит ли введенное двузначное число из одинаковых цифр. Постарайтесь написать программу, решающую эту же задачу, но использующую другую идею в алгоритме.

Задание 73. Напишите программу решения квадратного уравнения.

3.9. Обратная связь (feedback)

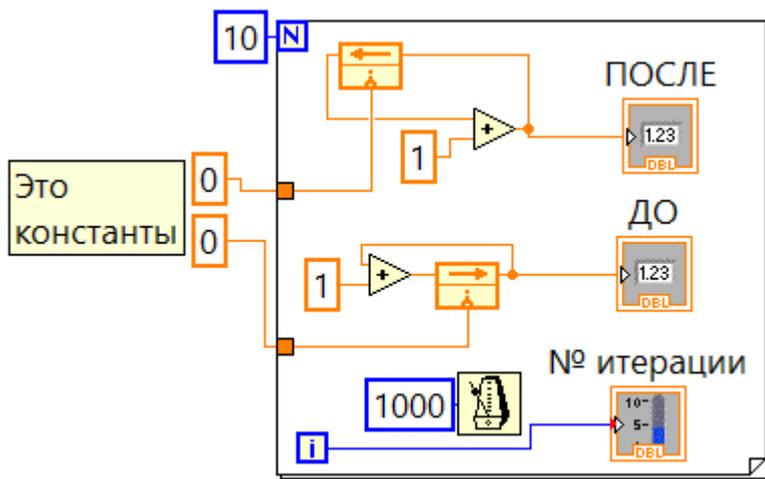
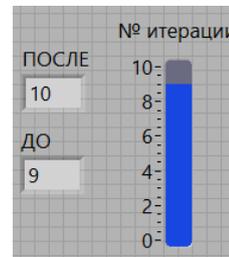
Вы уже знаете, что LabVIEW — среда потокового графического программирования: при написании программы вы задаете последовательность операций *преобразования потока данных* с помощью блок-диаграммы, помещая изображения функциональных узлов, соединенных проводниками, по которым поток данных переходит от одного узла к другому. При работе с данными, можно сказать «при взаимодействии», часто возникают задачи, в которых и результаты процесса зависят от его протекания, и сами результаты влияют на протекание процесса. Это — обратная связь или по-английски *Feedback*.

Узел обратной связи (*Feedback Node*) используется для передачи данных между соседними итерациями цикла.

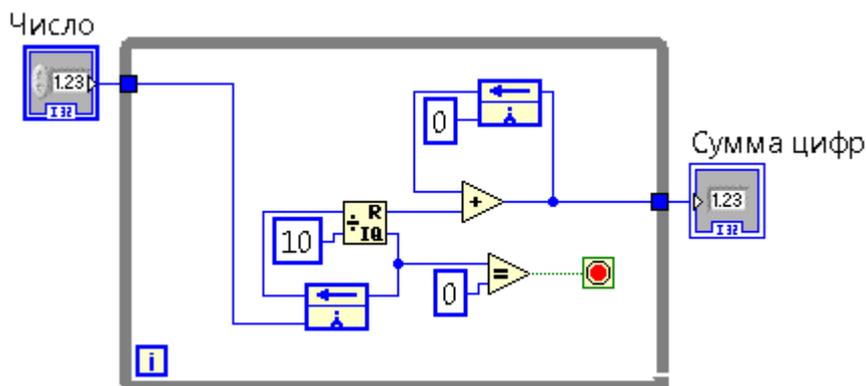
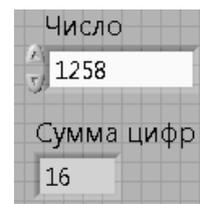


Для изменения направления используйте команду Change Direction (в контекстном меню).

Задание 74. Составьте программу демонстрирующую работу узла обратной связи. Поэкспериментируйте с параметрами цикла, с первоначальными значениями, временной задержкой, слагаемыми при сложении. Измените программу таким образом, чтобы, на ваш взгляд, пример работы узла обратной связи был наиболее эффективен.



Задание 75. Дано целое число. Найти сумму всех цифр в его записи. Реализуйте пример. Рассмотрите, как работают узлы Feedback.



3.10. Самообразование

В любом учебном процессе (в школе или университете) учащийся рано или поздно обнаруживает противоречие: *рост количества информации не совместим с ограниченным временем обучения*, и понимает, что необходимо что-то делать.

Профессиональная активность современного специалиста не является predetermined на весь период его трудовой деятельности. Она предполагает необходимость непрерывного профессионального образования, готовность к ежедневному повышению его уровня. Способность адаптироваться к меняющимся условиям труда, усложняющимся технологиям на производстве особенно актуальна для инженера.

В современных условиях уже в период обучения происходит смена технического оборудования, программных и аппаратных средств, появляются совершенно новые информационные, коммуникационные и инженер-

ные технологии. Поэтому для успешного специалиста на первое место выходит умение организовать процесс своего самообразования, не просто понимание этого процесса как неизбежности, а чувство потребности в нем.

Самообразование — самостоятельное приобретение систематических знаний в какой-либо области, предполагающее непосредственный личный интерес в сочетании с самостоятельностью изучения материала.

Прежде чем начинать этот процесс, нужно определить для себя конкретную цель. Затем необходимо составить план действий, включив в него источники информации: книги, журналы, научно-исследовательские работы (переведенные или на языке оригинала), аудио и видеоматериалы, различные подкасты. График, по которому вы будете работать, разумеется, тоже составляете самостоятельно.

Задание 76. Одним из самых эффективных способов изучения нового технологического материала является просмотр уроков от сертифицированных специалистов (<http://russia.ni.com/training/webinars/lvbasiscs>).

Просмотрите записи вебинаров (это домашнее задание).

Курсы	Различные аспекты применения графической среды разработки LabVIEW Основы программирования в LabVIEW  <p>"Основы программирования в LabVIEW" предназначен для разработчиков, начинающих знакомиться с графической средой разработки приложений LabVIEW. В режиме он-лайн инженер компании NI Russia продемонстрирует преимущества графического языка LabVIEW на примерах, решающих базовые задачи</p> <p>Часть 1</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Что такое LabVIEW▪ Концепция ВП▪ Запуск LV и пояснение стартового окна▪ Создание нового ВП▪ Лицевая панель (краткий обзор палитры, указание основных индикаторов и элементов управления)▪ Блок-диаграмма (краткий обзор палитры функций, акцент на палитры Express и Programming)▪ Цикл while, добавление и его краткое описание▪ Запуск программы в режиме подсветки и описание принципа потока данных▪ Запуск программы▪ Условное завершение первой части вебинара
Сертификация	
Обучение в образовательных центрах	
Мастер-классы NI	
Обучающие вебинары >	
Тест на знание LabVIEW	

Не менее важным является навык обязательного чтения официальных руководств по программному продукту.

Задание 77. Скачайте с официального сайта руководство пользователя LabVIEW (<http://russia.ni.com/datasheet> → LabVIEW User Manual)

Программное обеспечение

LabVIEW, модули, библиотеки

[LabVIEW 8.5. Вводный курс \(0.99 MB\)](#)

[LabVIEW User Manual \(4.41 MB\)](#)

[LabVIEW и CompactRIO \(470 KB\)](#)

[NI LabVIEW Embedded Module for ADI Blackfin Processors \(107 KB\)](#)

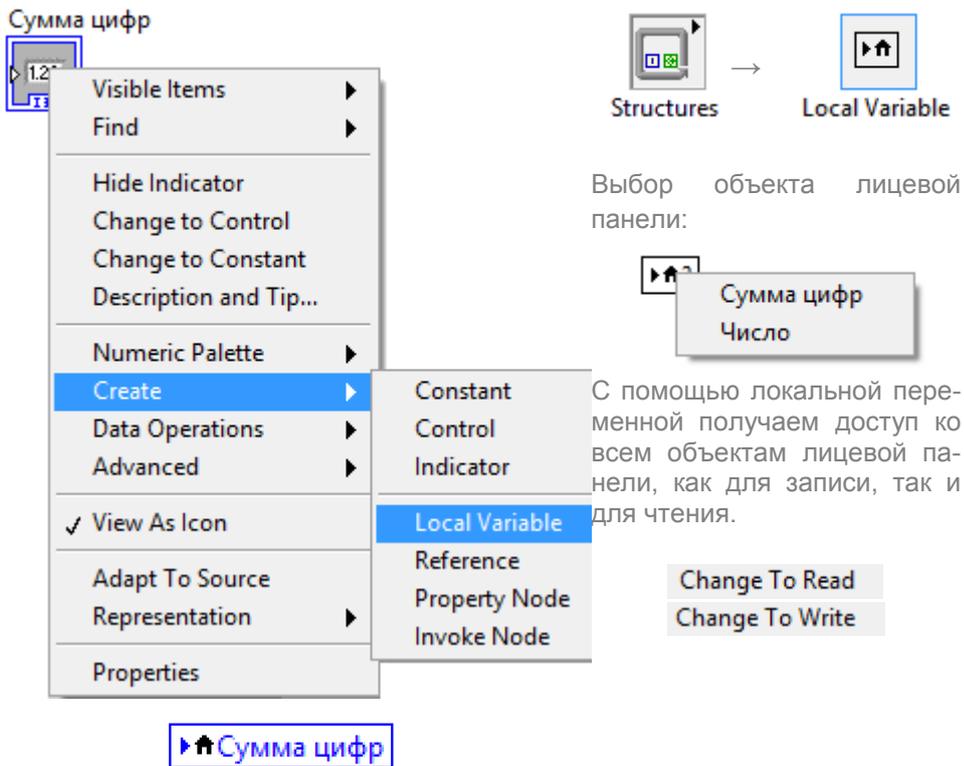
[LabVIEW Microprocessor SDK \(216 KB\)](#)

[Руководство по акустическому и вибрационному анализу \(2.98 MB\)](#)

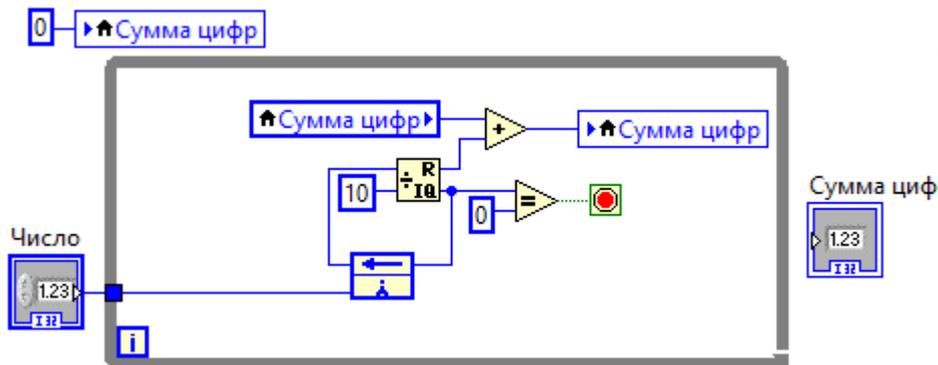
Задание 78. Используя систему поиска в программе чтения PDF-файлов, найдите и ознакомьтесь с информацией о функциональных узлах и структурах LabVIEW, которые вы уже научились использовать.

3.11. Локальные переменные

Локальные переменные (Local Variable) используются для доступа к объектам лицевой панели из нескольких мест на блок-диаграмме и для обмена данными между структурами блок-диаграммы, которые нельзя соединить проводником. Локальные переменные всегда содержат текущие значения объектов, с которыми они ассоциированы. Для одного элемента управления можно определить несколько локальных переменных, установленных в режим записи или чтения.



Задание 79. Составьте программу, подсчитывающую сумму цифр заданного целого числа, используя локальные переменные. Проанализируйте работу программы. Постарайтесь реализовать ее без узла Feedback.



Задание 80. Реализуйте имитационную модель игры в кости для двух игроков с отображением статистики побед.

3.12. Управление свойствами объектов

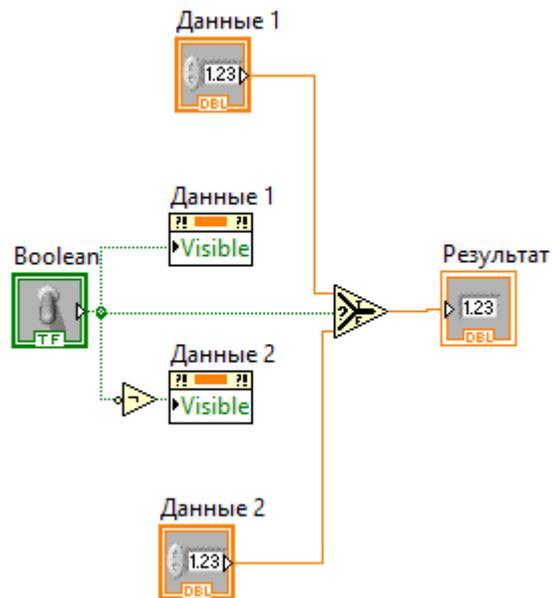
Когда мы говорим о состоянии того или иного объекта, мы подразумеваем сочетание значений всех или некоторых свойств этого объекта.

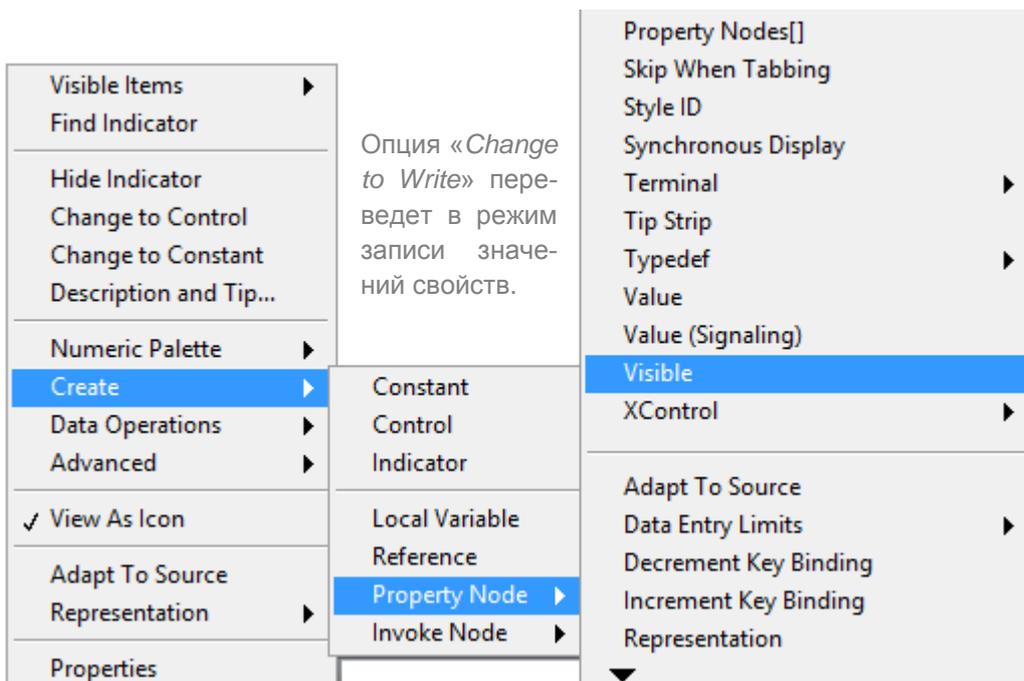
Свойствами можно управлять в любой момент, для этих целей есть специальный инструмент: узел свойств (*Property Node*).

Задание 81. Указанная ниже программа демонстрирует возможности управления свойствами терминалов (с помощью тумблера поочередно появляются на лицевой панели объекты «Данные 1» и «Данные 2»). Поэкспериментируйте с управлением свойствами терминалов.



Для управления несколькими свойствами можно создать несколько узлов. По умолчанию узел свойств работает в режиме чтения информации (Read).





Задание 82. Изучите меню «Property Node» и **самостоятельно** создайте программу, демонстрирующую возможности управления свойствами объектов.

3.13. Единство парадигм программирования

Парадигма программирования — это система идей и понятий, определяющих стиль написания компьютерных программ.

Парадигма LabVIEW — потоковое программирование, которое предполагает организацию алгоритма в виде набора узлов, обрабатывающих элементы данных. Узлы обмениваются данными при помощи потоков, состоящих из элементов данных. На каждом шаге работы узел берет по одному элементу данных из каждого своего входного потока, выполняет их обработку и выдает один или несколько элементов данных в выходной поток. Как правило, различные элементы данных обрабатываются независимо.

Роберт Флойд — американский ученый в области теории вычислительных систем. Лауреат премии Тьюринга за его несомненное влияние на методологию создания эффективного и надежного программного обеспечения и за его помощь в становлении таких областей компьютерных наук, как теория парсинга, семантика языков программирования, автоматическая верификация программ, автоматический синтез программ и анализ алгоритмов. В 1991 году удостоен медали «Пионер компьютерной техники».

Роберт Флойд впервые применил термин «парадигма программирования» в 1978 году в своей лекции лауреата премии Тьюринга. *«Если прогресс искусства программирования в целом требует постоянного изобретения и усовершенствования парадигм, то совершенствование искусства отдельного программиста требует, чтобы он расширял свой репертуар парадигм»* — этот тезис подчеркивает необходимость для любого хорошего программиста обогащать свой инструментарий.



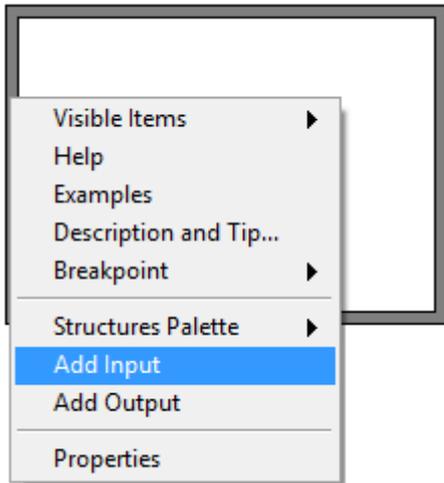
Роберт Флойд
1936–2001

Приверженность человека какой-то одной парадигме часто очень сильна, и споры о преимуществах и недостатках различных парадигм привычное явление, но, к сожалению, неконструктивное. Один из путей развития — предоставить возможность объединения лучших черт той или иной парадигмы программирования. Например, объединить текстовое и графическое программирование.

В LabVIEW, например, есть узлы для работы с текстовым кодом. Один из них — *Formula Node*, позволяющий поместить на блок-диаграмму текстовый код. Это может быть удобно, например, для программирования сложных выражений со многим числом переменных.

Узел *Formula Node* поддерживает C-подобный синтаксис и, конечно, с основными алгоритмическими структурами: следование, ветвление и циклы. Изучите документ, содержащий краткое описание возможностей языка, используемого в узле формул (*FormulaNode-Syntax.mht*).

В LabVIEW имеется возможность использования готовых библиотек DLL, которые вы можете написать на любом языке программирования.

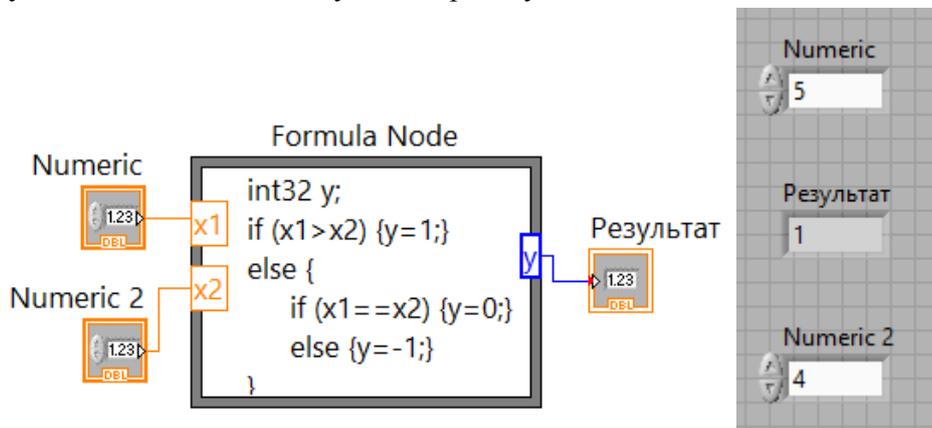


Formula Node

Functions → Programming → Structures → Formula Node

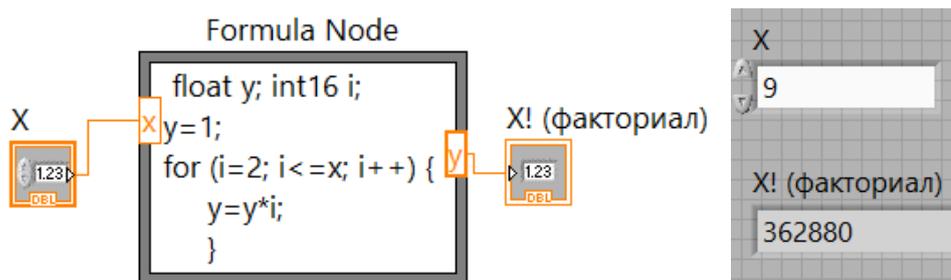
Слева можно добавить необходимое количество входов (*Add Input*), а справа — выходов (*Add Output*).

Задание 83. Составьте виртуальный прибор, использующий узел формул, указанный ниже. Исследуйте его работу.



Задание 84. Составьте **свой пример** виртуального прибора, использующего условный оператор `if` в узле формул.

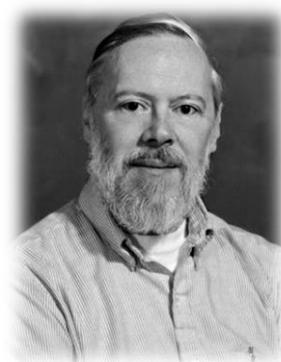
Задание 85. Составьте виртуальный прибор, использующий узел формул (Formula Node), указанный ниже. Исследуйте его работу.



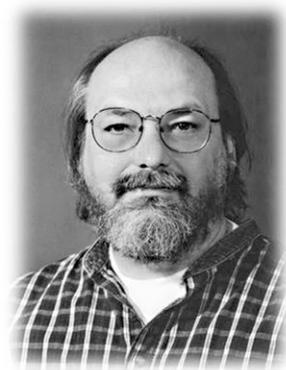
В комбинаторных задачах показывается, что функция $N!$ (N -факториал) выражает число перестановок N различных объектов.

Задание 86. Составьте **свой пример** виртуального прибора, использующего структуру цикла со счетчиком (цикл for).

Кен Томпсон и Деннис Ритчи — величайшие компьютерные специалисты, известны как создатели (1969–1973 гг.) языка программирования C (Си) и ключевые разработчики операционной системы UNIX. В 1983 году получили Премию Тьюринга за разработку общей теории операционных систем. В 1994 году награждены медалью «Пионер компьютерной техники» за разработку UNIX.



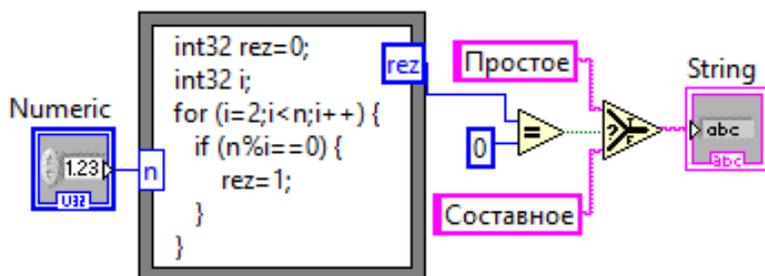
Деннис Ритчи
1941–2011



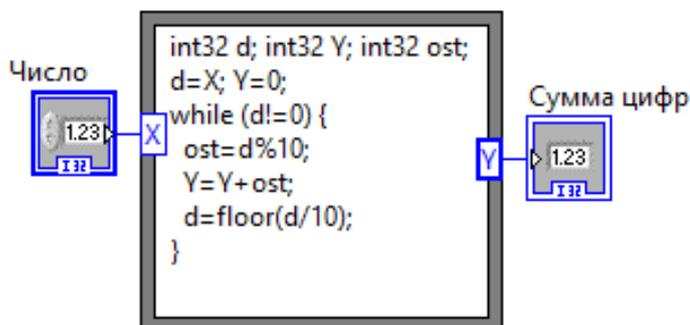
Кен Томпсон
1943 г.р.

На языке C написаны браузеры, на ядре UNIX работает почти весь Интернет, и оно также написано на языке C. UNIX лежит и в основе операционных систем Apple, установленных в iPhone и iPad. В 1999 году Томпсон и Ритчи получили Национальную медаль США за достижения в области технологий и инноваций, изобретение операционной системы UNIX и языка программирования C, которые привели к огромным продвижениям в компьютерных аппаратных, программных и сетевых системах и стимулировали рост промышленности в целом.

Задание 87. Составьте программу, определяющую, является ли число простым, используя узел Formula Node.



Задание 88. Реализуйте программу, которая находит сумму цифр целого числа, используя узел формул.

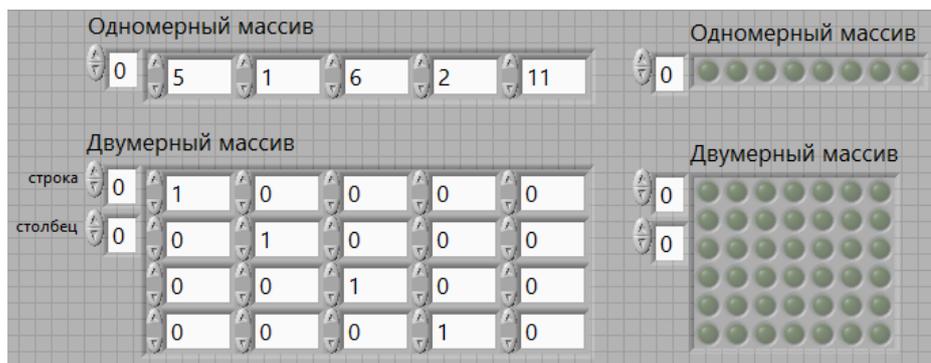


3.14. Массивы

Массив (Array) — пронумерованный набор однотипных данных. Каждый элемент массива имеет индекс или набор индексов. Графически массив выглядит как прямоугольная область, через которую можно просматривать элементы массива. Рядом с левым верхним углом этой области отображаются индексы.

Количество индексов соответствует размерности массива: одномерный — 1 индекс, двумерный — 2 индекса и т.д.

Одномерный массив — строка или столбец. Двумерный — таблица из нескольких строк и нескольких столбцов. Массив может содержать данные произвольного типа: может быть массив тумблеров или массив целых чисел. Элементы массива нумеруются построчно от нуля.

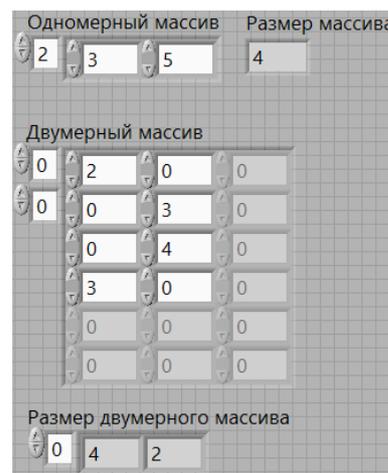
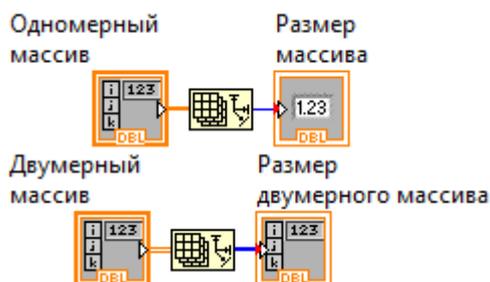


Например, элемент двумерного массива с индексами [2;4] находится в 3 строке и 5 столбце. Прямоугольная область, которая отображает часть массива, является лишь окном просмотра элементов и не дает информации о том, сколько элементов содержит массив.

Основные функции для работы с массивами располагаются в подменю Array пункта Programming палитры Functions.

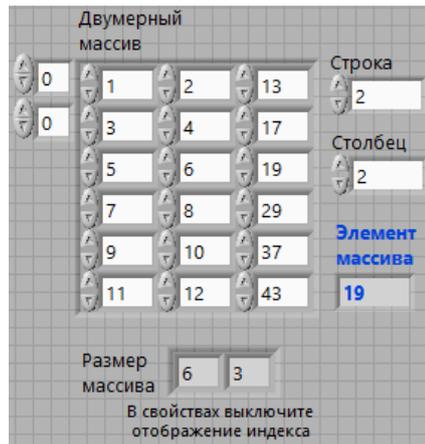
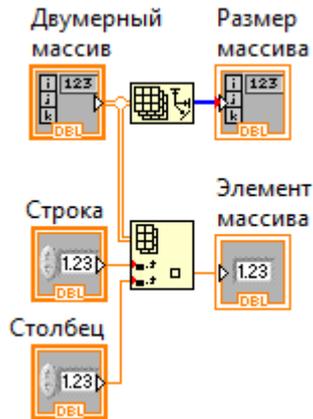
Рассмотрите сначала некоторые из них: *Array Size* — это размер массива (количество элементов) и размерность массива (количество индексов), и *Index Array* — значение элемента по указанному индексу.

Задание 89. Составив указанную ниже программу, изучите, как создавать массивы, как определять размер массива, как визуально узнать индекс элемента.

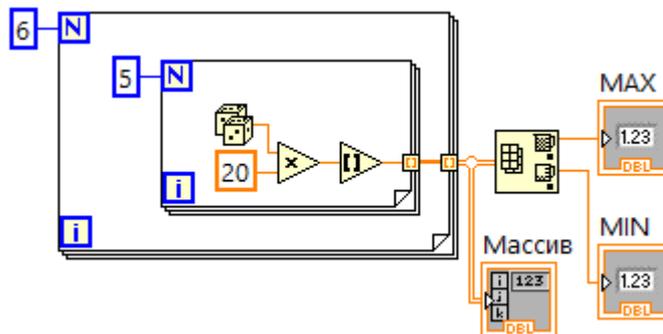
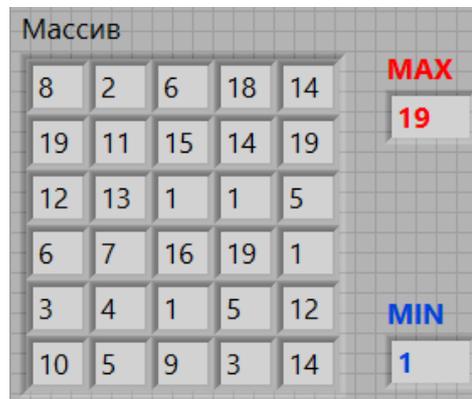


Для создания массива элементов управления или индикации данных необходимо выбрать шаблон массива из палитры Controls → Array & Cluster и поместить его на лицевую панель. Затем в шаблон массива поместить элемент управления или индикации. Для увеличения размерности массива необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по элементу индекса и выбрать из контекстного меню пункт Add Dimension.

Задание 90. Составив указанную ниже программу, изучите возможности функций Array Size и Index Array.



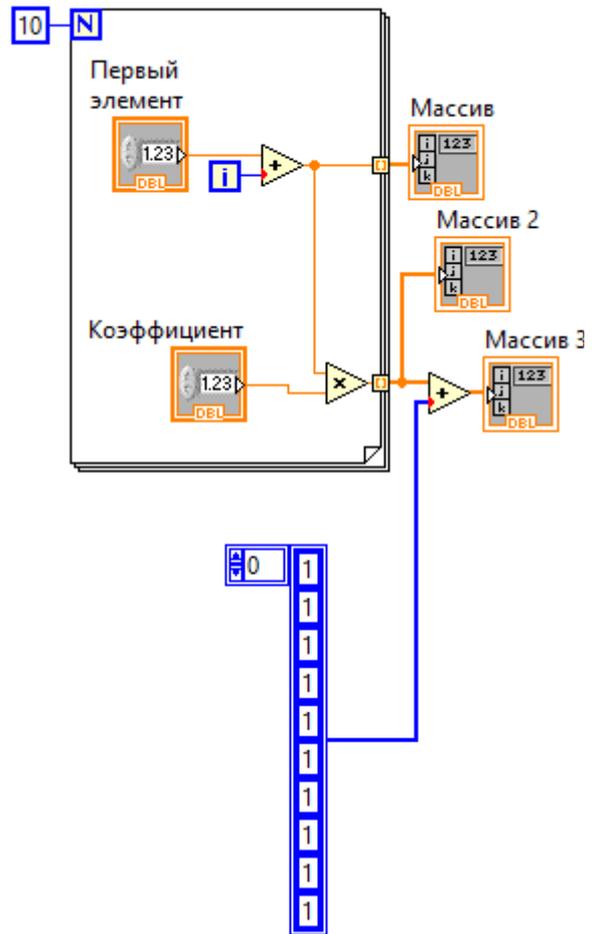
Задание 91. Рассмотрев задачу на нахождение максимального и минимального элемента в массиве 6x5 случайных чисел от 0 до 20, составьте программу, определяющую максимальный и минимальный размер массива, размерность которого задается пользователем с помощью индикаторов, каждый элемент которого — целое число от -50 до 50.



Задание 92. Составив указанную ниже программу, изучите некоторые способы заполнения массивов.

Массив	Массив 2	Массив 3
11	22	23
12	24	25
13	26	27
14	28	29
15	30	31
16	32	33
17	34	35
18	36	37
19	38	39
20	40	41

Первый элемент	Коэффициент
11	2



Тема, связанная с массивами, — это одна из самых сложных тем в программировании, требующая большого вложения личного времени. Для более глубокого понимания данной темы, рассмотрите основные операции, которые мы можем производить над массивами:

- ✓ ввод данных в массив;
- ✓ вывод данных из массива;
- ✓ поиск значения в массиве;
- ✓ сортировка элементов.

Не забывайте ставить перед собой цели и задачи самостоятельно. Профессионалы славятся именно этим, за всех остальных это делают другие...

2.15. Работа с файлами

Увеличение емкости накопителей, падение стоимости оборудования и программного обеспечения для организации работы с большими объемами данных, привели к росту количества задач, связанных с работой с файлами, а также к ее усложнению.

Инструменты LabVIEW для хранения и управления данными, а также для подготовки отчетов разработаны для того, чтобы скрыть детали реализации файловых операций и предоставить разработчику возможность сфокусироваться на самом процессе работы с данными.

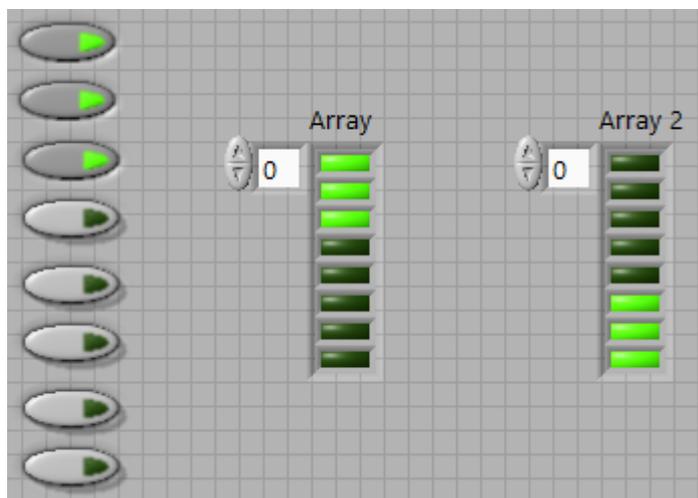
Файловые функции находятся в палитре Functions → Programming → File I/O. С помощью этих функций можно делать все необходимые при работе с файлами операции:

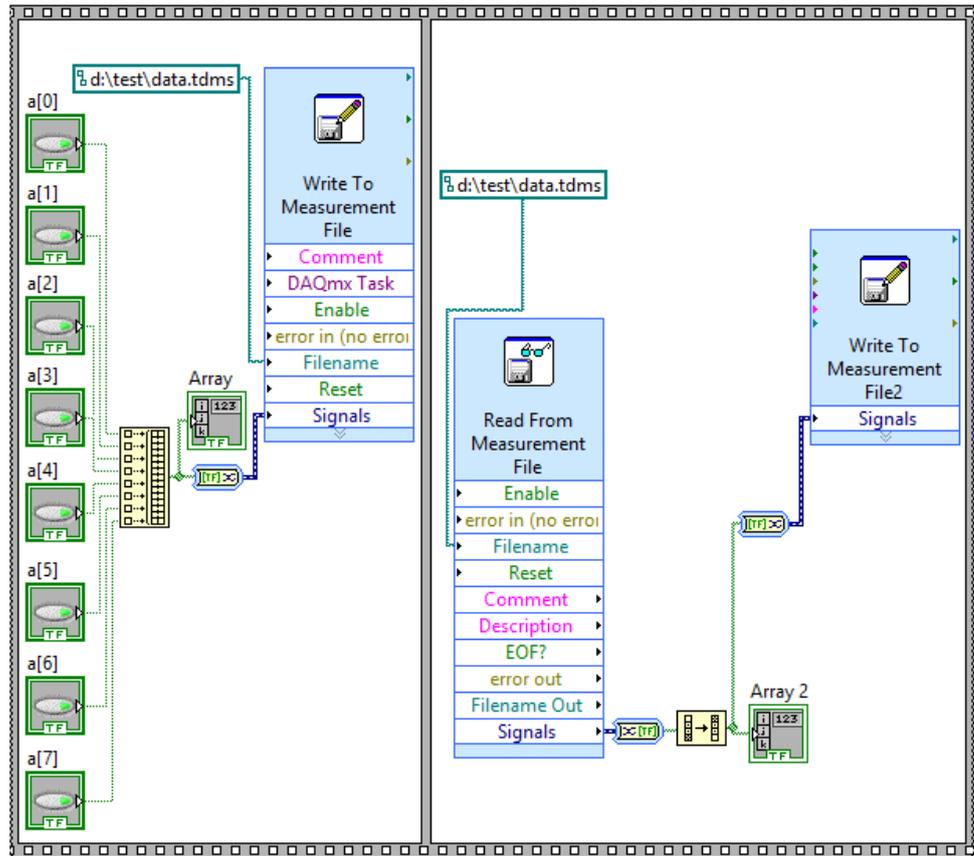
- ✓ открытие и закрытие файлов;
- ✓ чтение данных из файла и запись в файл;
- ✓ перемещение, переименование файлов и каталогов.

Более подробно о возможностях работы с файлами можно ознакомиться в руководстве или по следующей ссылке на сайте www.labview.ru: http://www.labview.ru/labview/what_is_labview/data_storage_in_labview.php.

Задание 93. Составив указанную ниже программу, изучите возможности записи массивов в файл и чтения из файла.

Структура Flat Sequence позволяет последовательно слева направо (кадр за кадром) выполнять код на блок-диаграмме. Добавить новый кадр — Add Frame... (через контекстное меню).





Configure Write To Measurement File [Write To Measurement File]

<p>Filename</p> <p>d:\test\data.tdms</p>	<p>File Format</p> <p><input type="radio"/> Text (LVM)</p> <p><input checked="" type="radio"/> Binary (TDMS)</p> <p><input type="radio"/> Binary with XML Header (TDM)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Lock file for faster access</p>
<p>Action</p> <p><input checked="" type="radio"/> Save to one file</p> <p><input type="checkbox"/> Ask user to choose file</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ask only once</p> <p><input type="radio"/> Ask each iteration</p>	<p>Segment Headers</p> <p><input type="radio"/> One header per segment</p> <p><input checked="" type="radio"/> One header only</p> <p><input type="radio"/> No headers</p>
<p>If a file already exists</p> <p><input type="radio"/> Rename existing file</p> <p><input type="radio"/> Use next available filename</p> <p><input type="radio"/> Append to file</p> <p><input checked="" type="radio"/> Overwrite file</p>	<p>X Value (Time) Columns</p> <p><input type="radio"/> One column per channel</p> <p><input type="radio"/> One column only</p> <p><input checked="" type="radio"/> Empty time column</p> <p>Delimiter</p>

Configure Read From Measurement File [Read From Measurement File]

Filename
d:\test\data\tdms

File Format

- Text (LVM)
 - Read generic text files
- Binary (TDMS)
- Binary with XML Header (TDM)
 - Lock file for faster access

Action

- Ask user to choose file

Time Stamps

- Relative to start of measurement
- Absolute (date and time)

Segment Size

- Retrieve segments of original size
- Retrieve segments of specified size

Configure Write To Measurement File [Write To Measurement File2]

Filename
d:\test\output.lvm 

Action

- Save to one file
 - Ask user to choose file
 - Ask only once
 - Ask each iteration
- Save to series of files (multiple files)
 - Rename existing file
 - Use next available filename
 - Append to file
 - Overwrite file

If a file already exists

- Rename existing file
- Use next available filename
- Append to file
- Overwrite file

File Format

- Text (LVM)
- Binary (TDMS)
- Binary with XML Header (TDM)
 - Lock file for faster access

Segment Headers

- One header per segment
- One header only
- No headers

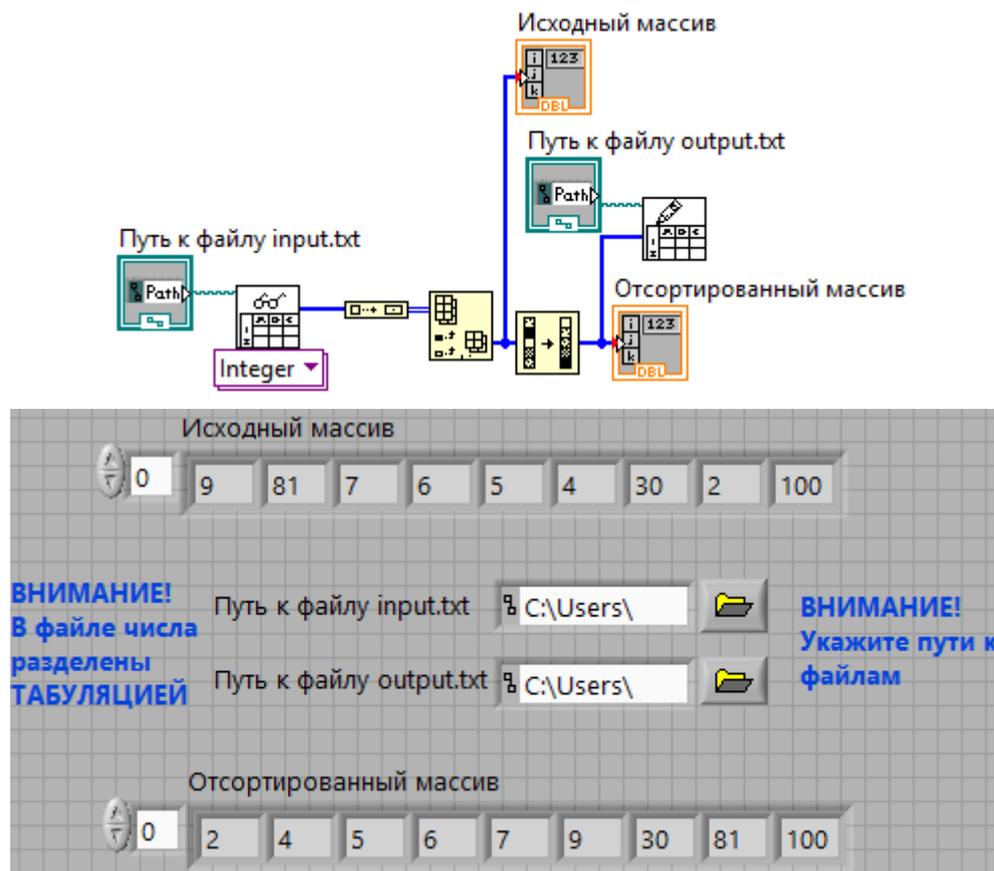
X Value (Time) Columns

- One column per channel
- One column only
- Empty time column

Delimiter

- Tabulator
- Comma

Задание 94. В файле input.txt записаны целые числа (числа могут повторяться). Прочитайте значения всех чисел и запишите их в массив. Массив отсортируйте по возрастанию. Отобразите на лицевой панели исходный массив чисел и отсортированный. Запишите все значения элементов отсортированного массива в файл output.txt.



Задание 95. Дан массив размером 20 строк и 10 столбцов (в файле input.txt) Напишите программу, которая вычисляет:

- 1) сумму чисел в каждой строке;
- 2) количество положительных чисел в каждой строке;
- 3) сумму отрицательных чисел в каждой строке;
- 4) среднее значение чисел в каждой строке массива;
- 5) сумму положительных чисел каждой строки.

3.16. 8 бит = 1 байт?

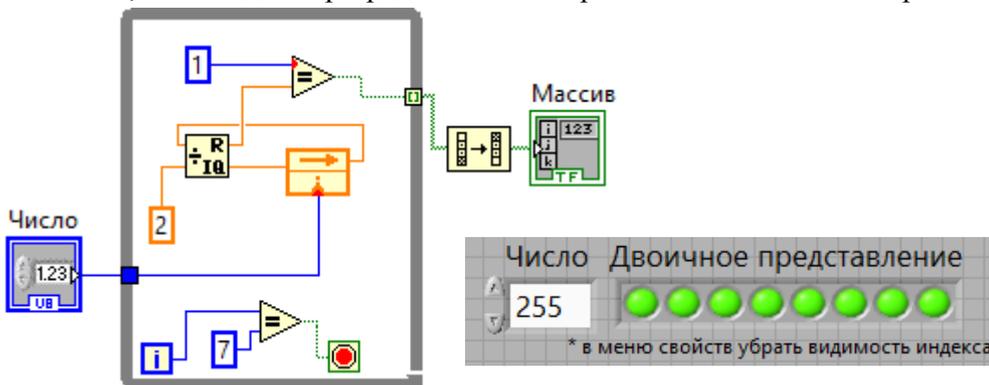
Байт (byte) — единица хранения и обработки цифровой информации; совокупность битов, обрабатываемая компьютером одновременно.

Слово byte представляет собой сокращение словосочетания от Binary Term — «двоичный терм», которое впервые использовал в 1956 году Вернер Бухгольц (Werner Buchholz). Означало оно *пучок шести битов*, одновременно передаваемых в устройствах ввода-вывода.

Да, в 1 байте первоначально было 6 бит, и, вот, 7 апреля 1964 года состоялась презентация IBM System/360 — семейства компьютеров различных по производительности и стоимости, позволяющих удовлетворить любые запросы пользователей. Архитектура компьютера и впервые примененная концепция программной совместимости были настолько удачны, что IBM/360 стала де-факто промышленным стандартом. Многие фирмы стали выпускать совместимые с IBM/360 компьютеры. В СССР в 1969 году на государственном уровне было принято решение о разработке серии компьютеров программно-совместимых с IBM/360.

Постепенно 8-битные символы и 8-битный байт (минимально адресуемая ячейка памяти в IBM/360) стали стандартом для всей компьютерной техники. Стоит еще упомянуть, что в документации к IBM/360 использовалась шестнадцатеричная система счисления, которая вытеснила ранее доминировавшую восьмеричную (именно эти системы счисления вы изучаете на уроках информатики).

Задание 96. Напишите программу, которая переводит десятичное число в двоичное (восьмиразрядное), представленное в виде массива. Обратите внимание, что младший разряд на индикаторе массива находится справа.



3.17. Зачет №2

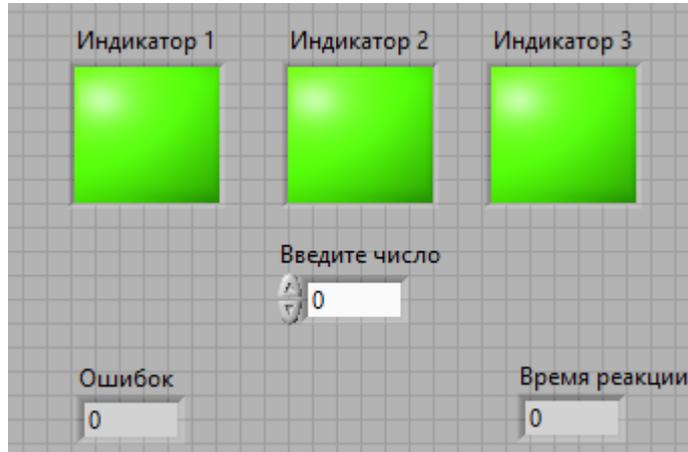
Выполните небольшую зачетную работу.

Задание 97. Дан массив размером 15 строк и 10 столбцов. Напишите программу, вычисляющую:

- 1) сумму чисел для каждого столбца;
- 2) количество положительных чисел в каждом столбце;
- 3) сумму отрицательных чисел в каждом столбце;
- 4) среднее значение чисел в каждом столбце;
- 5) сумму положительных чисел в каждом столбце.

Задание 98. Напишите программу, отображающую количество нажатий пользователя на кнопку «ОК».

Задание 99. В случайный момент времени и в случайной комбинации загораются индикаторы. Комбинация соответствует двоичной записи числа. Испытуемый должен перевести двоичное число в десятичное и указать ответ. Напишите программу, которая определяет среднее время, за которое испытуемый выполняет задание. Тест должен состоять ровно из 10 испытаний. Интервал между испытаниями случаен и лежит в диапазоне от 3 до 10 секунд (целое число секунд). Программа должна подсчитывать число ошибок.



Подводим итоги

Использование компьютерных технологий в контрольно-измерительной аппаратуре становится нормой и позволяет создавать «виртуальные» измерительные приборы.

Во всех областях человеческой деятельности не обойтись без различных видов измерений. Это могут быть измерения температуры, давления, силы, пространственного смещения, механического напряжения, рН и т.д. Список очень обширный. LabVIEW, во-первых, реально позволяет использовать компьютер в измерительных системах, облегчая проведение измерений, давая возможность отобразить измеренные величины и проанализировать.

Во-вторых, в зависимости от полученных результатов изменить определенные параметры, т.е. осуществить управление. Например, измерив температуру объекта, далее можно включить либо устройство охлаждения, либо нагрева. *Мониторинг и управление* процессами — основные функции LabVIEW.

«Грамотность и программирование не только выстраиваются в параллель, соединяясь мостиками аналогий, но и дополняют друг друга, формируя новое представление о гармонии человеческого ума»¹ (А. П. Ершов)

В предыдущих главах вы познакомились с оборудованием и программным обеспечением, которые, надеемся, помогли вам почувствовать, во-первых, что передовые и наука, и технологии не так уж и далеко, стоит только захотеть пойти в нужном направлении, и ваши успехи не заставят себя долго ждать. Во-вторых, — познакомиться с концепцией виртуальных приборов — системы, состоящей из устройств сбора данных, персонального компьютера и программного обеспечения.

В соответствии с этой концепцией организуются программно-управляемые системы: сбора данных, управления техническими объектами и технологическими процессами.

Программно реализуются и средства управления (кнопки, регуляторы, рукоятки, индикаторы и т. п.), и общая логика работы прибора.

Конечно, мало кто верит в полную замену традиционных приборов виртуальными. Однако концепция становится все более распространенной. Виртуальные приборы уже преобладают в системах с высоким уровнем автоматизации измерений.

«Программирование — это новый вид универсальной деятельности, при которой человек должен вложить в компьютер все, что видит, слышит, знает, и научить его всему, что делает сам. Программирование — открытый процесс взаимодействия автора проблемы с данными, которые имеют свою жизнь и свое развитие в машине»¹. Такой подход к программированию одним из первых предлагал Андрей Петрович Ершов.

Академик Андрей Петрович Ершов — выдающийся программист и математик, лидер советского программирования. Его существенный вклад в становление информатики как новой отрасли науки и нового феномена общественной жизни широко признан в нашей стране и за рубежом. В 1958 году он опубликовал первую в мировой практике монографию по трансляции, ставшую широко известной и переведенную в дальнейшем на многие языки. Ряд фундаментальных терминов были предложены именно Ершовым: «информатика», «программное обеспечение», «технология программирования». Многие из новаторских работ Ершова получили воплощение спустя десятки лет. Одно из самых известных выступлений А. П. Ершова «Программирование — вторая грамотность» прозвучало на Третьей всемирной конференции по применению ЭВМ в обучении в 1981 году, и было, как сейчас говорят, разобрано на цитаты.

«Руководители, не имеющие представления о программировании, уйдут в небытие, профессиональные программисты станут системными аналитиками и системными программистами, а программировать сумеет каждый».



**Андрей Петрович
Ершов**
1931–1988

¹ Из выступления А. П. Ершова на панельной дискуссии Конгресса IFIP-74. (Международная Федерация по Обработке Информации — IFIP, International Federation for Information Processing)

Уже многие десятилетия микроэлектроника является не просто самой динамично развивающейся областью науки и техники, а стала движущей силой прогресса в целом. Развитие микроэлектронной техники идет по двум крупным функциональным направлениям:

- *измерительная техника*: создание компонентов и аппаратуры, развитие методов и решений для преобразования физических величин в электрическую форму; преобразование, регистрация и представление результатов;
- *вычислительная техника*: совершенствование и создание аппаратных и программных средств сбора, обработки, хранения и передачи цифровых данных.

В следующих главах вы сделаете первые самостоятельные шаги в этих направлениях.

Для заметок

4. Цифровая электроника

4.1. Двоичная система —

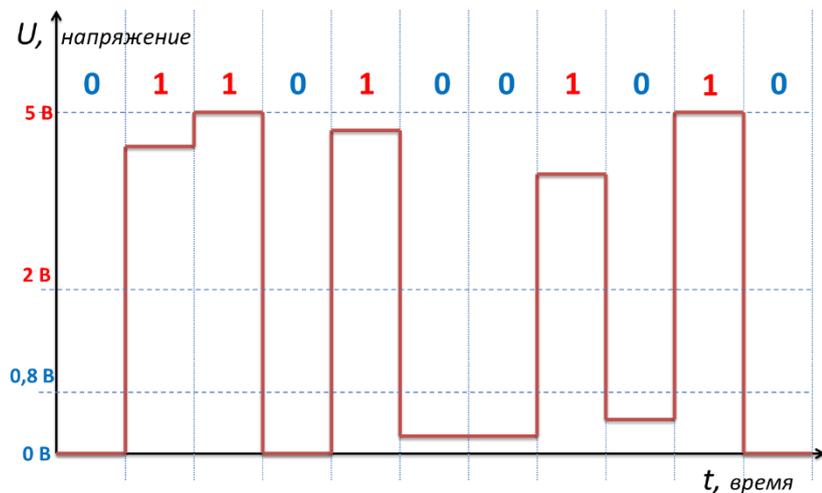
основа цифровой электроники

В процессе развития цивилизации возникли и сформировались различные системы счета. В какой форме записывать числа и осуществлять счет — это вопрос выбора системы счисления. Систем счисления существует много. Нас будет интересовать самая простая и самая распространенная система счисления — *двоичная*. Простая, т.к. всего 2 цифры: 0 и 1. Распространенная, т.к. все компьютеры, мультимедийные устройства, космические аппараты, бытовая электроника, телевидение в своей основе содержат именно двоичную систему счисления.

Для электроники это удобно:

- «1» — контакт замкнут, есть импульс, ток течет;
- «0» — контакт разомкнут, тока нет, импульса нет.

Двоичное число в технике представлено в виде последовательности прямоугольных импульсов.



Уровень логической единицы находится в интервале от 2 до 5 В, а логический ноль от 0 до 0,8 В. Так как микросхемы бывают с разным напряжением питания, то и уровни логического нуля и единицы могут принимать разные значения.

Цифровое устройство — техническое устройство, предназначенное для получения, обработки и передачи информации в цифровой форме.

Физически цифровое устройство может быть выполнено на различной элементной базе: *электромеханической* (на электромагнитных реле), *электронной* (на диодах и транзисторах), *микроэлектронной* (на микросхемах), *оптической*. Примерами цифровых устройств являются широко распространенные мобильные телефоны и коммуникаторы, цифровые фотоаппараты и видеокамеры, ноутбуки и планшеты, DVD- и MP3-проигрыватели, и, конечно, персональные компьютеры.

В последнее время, ввиду достижений микроэлектроники, широкое распространение получили цифровые устройства на микроэлектронной элементной базе.

4.2. Аналоговые и цифровые схемы

Электронная схема — это сочетание электронных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, индуктивности, диоды и транзисторы, соединенных между собой. Различные комбинации компонентов позволяют выполнять множество как простых, так и сложных операций, таких, например, как усиление сигналов, обработка и передача информации и т. д.

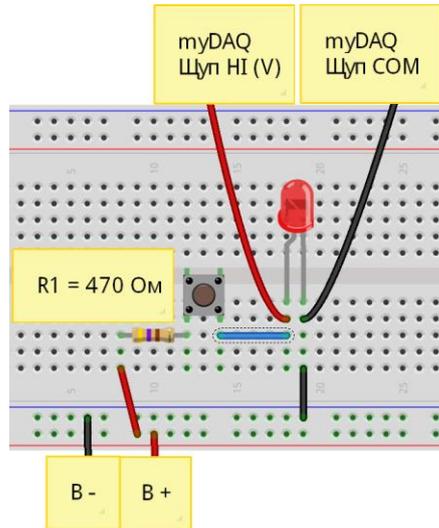
Соединения между элементами могут осуществляться посредством проводов, однако в настоящее время чаще применяются *печатные платы*, когда на изолирующей основе различными методами (например, фотолитографией) создаются проводящие дорожки и контактные площадки, к которым припаиваются компоненты.

Для разработки и тестирования электронных схем применяются *макетные платы*, позволяющие при необходимости быстро вносить изменения в электронную схему.

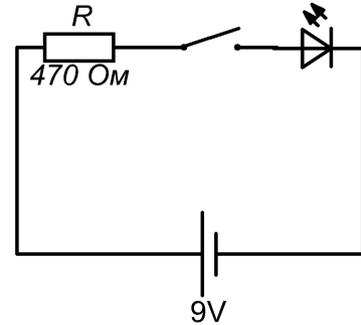
Обычно, при рассмотрении, электронные схемы классифицируются на *аналоговые, цифровые и гибридные* (смешанные).

Когда мы говорим о современных достижениях микроэлектронной промышленности, то приходится констатировать тот факт, что самую новую информацию возможно получить только на английском, и только через некоторое время на других языках. Это «некоторое время» — важнейшее конкурентное преимущество.

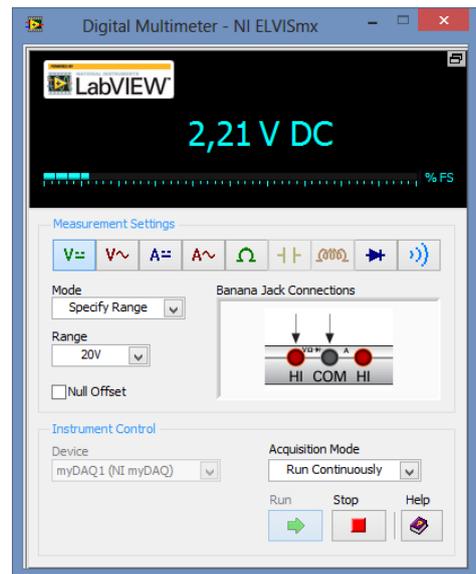
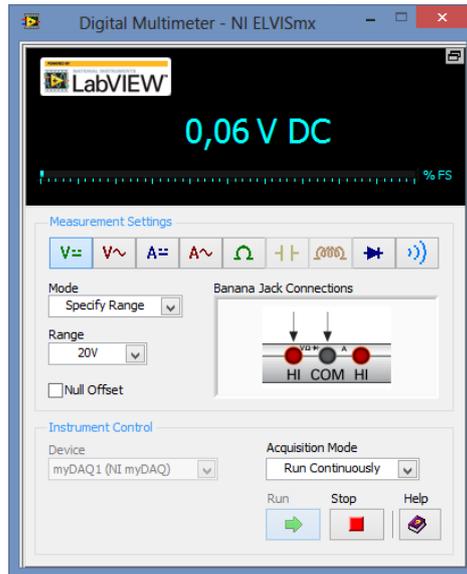
Задание 100. Соберите схему, указанную на рисунке (схеме). Понажимайте кнопку. В каких состояниях может находиться светодиод? Примером какой цепи может служить собранная вами схема?



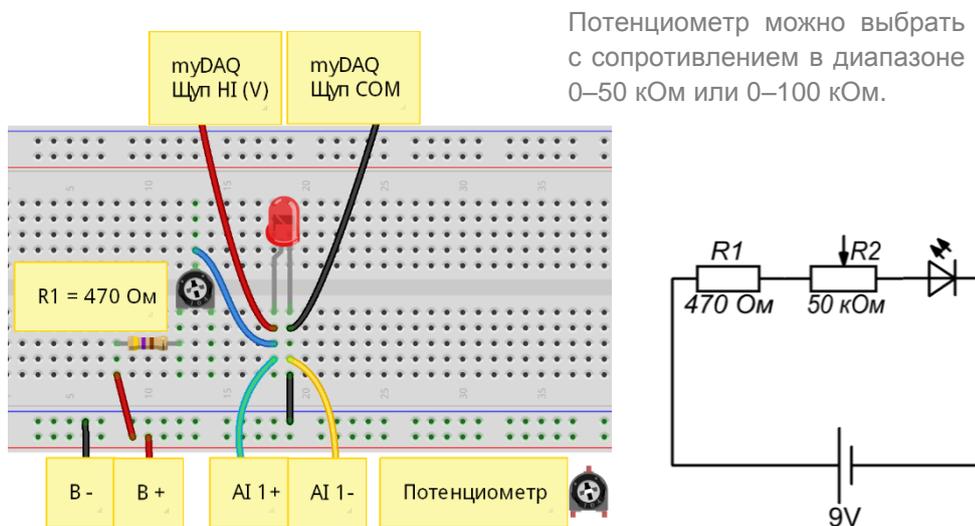
Эта цепь всегда может быть только в двух состояниях: включено (1) или выключено (0), что позволяет эффективно использовать математический аппарат и двоичной системы счисления, и логики.



Задание 101. Подключите пробники (щупы) мультиметра как показано на рисунке. Запустив цифровой мультиметр, исследуйте максимальное и минимальное значение напряжения на светодиоде (см. рисунок). Объясните увиденные значения напряжения.



Задание 102. Соберите указанную схему (не разбирая предыдущую). Изменяя сопротивления потенциометра, проанализируйте, в каких состояниях может находиться светодиод. Примером какой цепи может служить собранная вами схема?



Итак, вы самостоятельно изучили простые примеры цифровых и аналоговых электронных схем. Цифровые схемы можно ассоциировать со словом «переключение», а аналоговые — «регулирование».

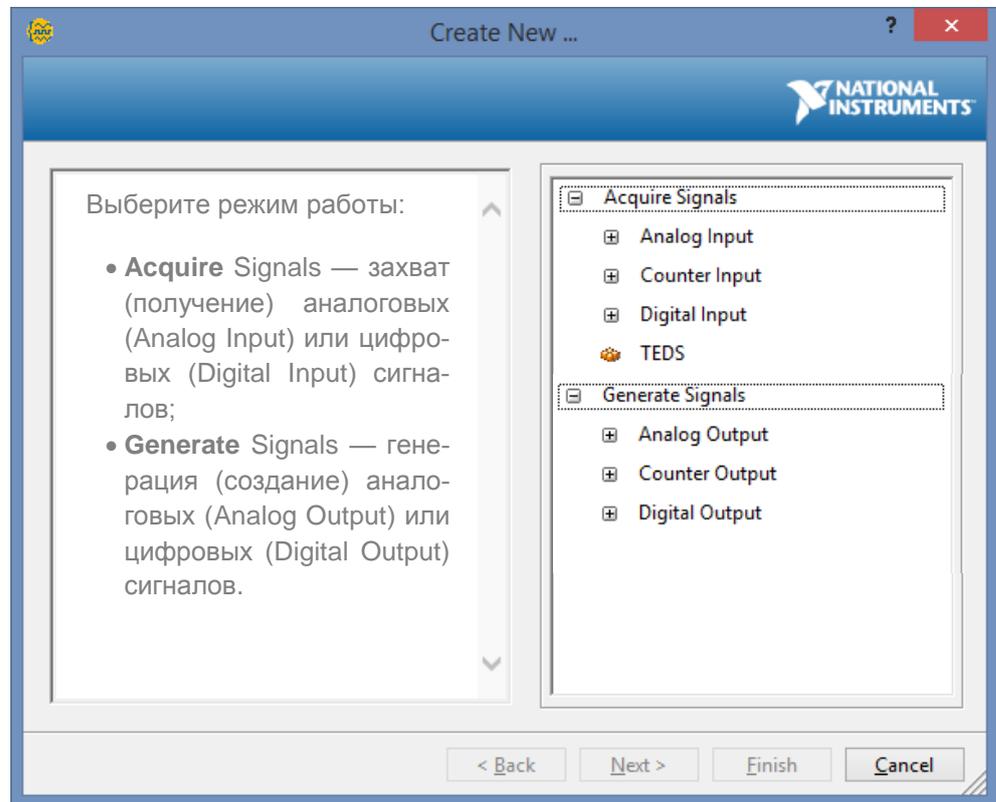
4.3. DAQ Assistant — помощник по настройке

Для выполнения дальнейших заданий необходимо разобраться с вопросом об управлении (настройке) прибором myDAQ в среде программирования LabVIEW.

Экспресс виртуальный прибор DAQmx Assistant — помощник по настройке устройств сбора данных в диалоговом режиме — позволит просто и быстро осуществить настройку не только устройства myDAQ, но и других устройств по сбору данных (DAQ-устройства). При добавлении DAQ Assistant на блок-диаграмму появляется серия диалоговых окон, в которых осуществляется конфигурация устройства, необходимая для выполнения поставленного задания.



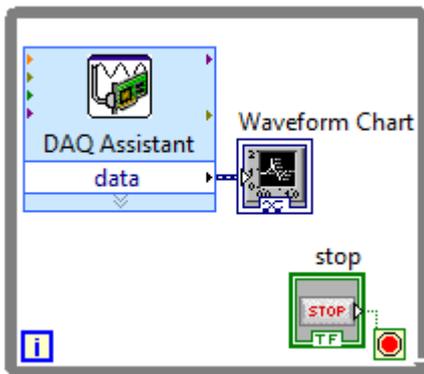
Задание 103. Подключив myDAQ к компьютеру, внимательно изучите все настройки DAQ Assistance. Не торопитесь, при необходимости воспользуйтесь поисковыми системами, обсудите с преподавателем различные настройки, их применение.



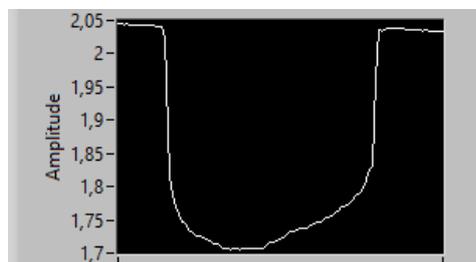
Задание 104. Составьте в LabVIEW виртуальный прибор, изображенный на следующих рисунках. Изменяя сопротивление потенциометра, исследуйте изменение напряжения на светодиоде. Обратите внимание на автоматически изменяемую шкалу значений напряжения. Сформулируйте ваши наблюдения.

В настройках укажите следующие параметры:

- Analog Input → Voltage
- Supported Physical Channel → ai0
- Voltage Input Setup: Max — 5 Min — 0
- Timing Settings: 1 Sample (On demand)



Sample — это одна точка данных при вводе или выводе сигнала. 1 On demand — по запросу.

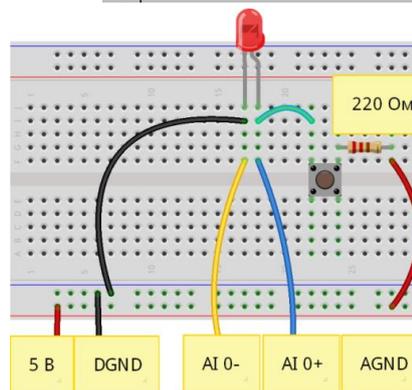
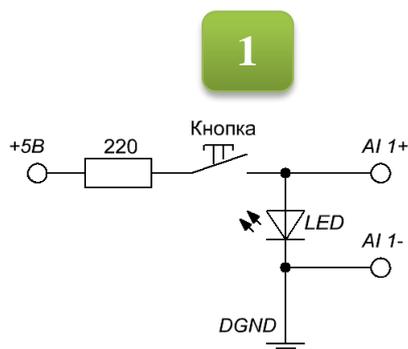
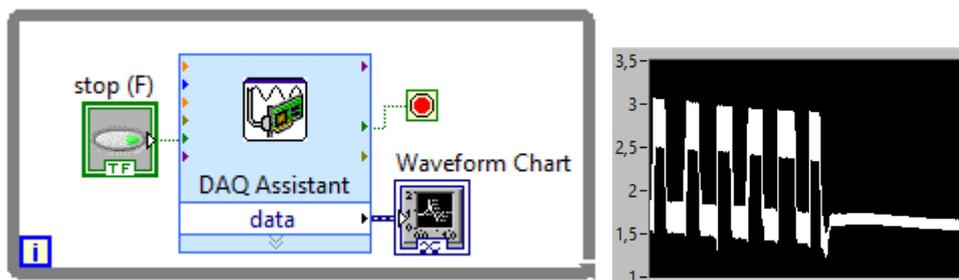


4.3. Резисторы. Подавление шумов

DAQ — это Data Acquisition, т.е. сбор данных. Назначением системы сбора данных является измерение параметров физического явления, такого как свет, температура, давление или звук и дальнейшие анализ и представление результатов. Подключение датчиков к измерительной системе является очень непростым делом и часто выявляет неожиданные проблемы.

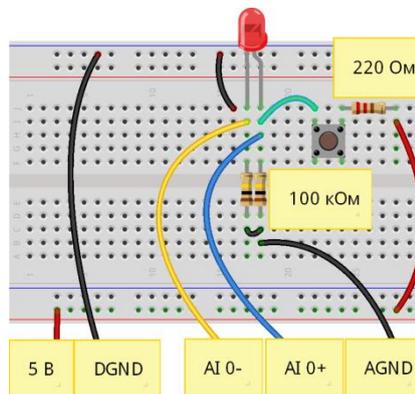
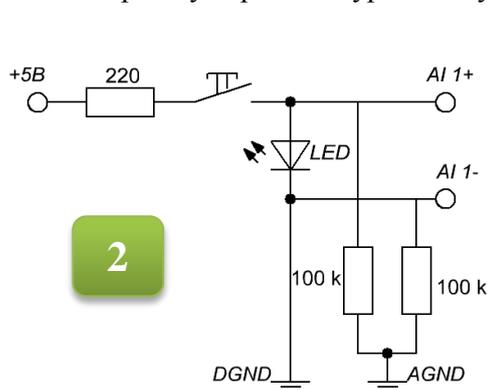
В следующем задании вы столкнетесь с шумами. Провода будут действовать как маленькие антенны: на проводниках при приеме электромагнитных волн возникают токи и, следовательно, напряжения.

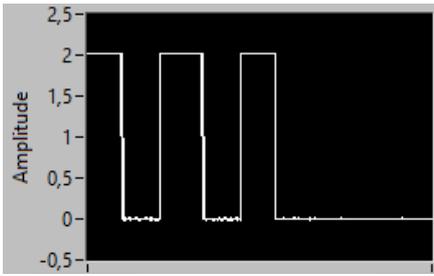
Задание 105. Соберите схему №1. Составьте программу, показывающую осциллограмму. Обратите внимание на уровень шума, оцените его.



Существует несколько способов борьбы с шумами. Подключив два резистора номиналом 100 кОм между положительным входом и AGND и отрицательным аналоговым входом и AGND, как показано на следующем рисунке, получим *дифференциальное соединение с двумя резисторами*.

Задание 106. Соберите схему №2. Составьте программу, показывающую осциллограмму. Сравните уровни шумов обеих схем.



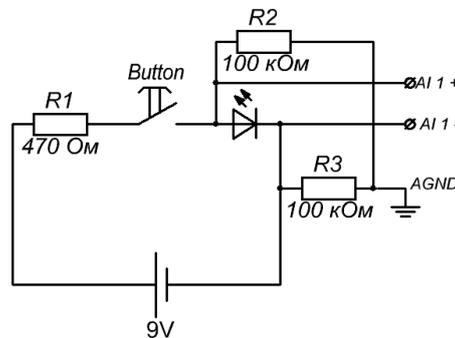
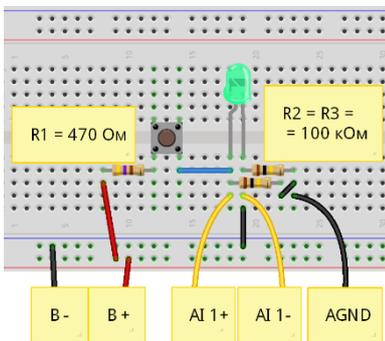


Задание 107. Ознакомьтесь в руководстве по эксплуатации NI myDAQ с темой «Подключение аналоговых сигналов».

4.3. Гибридные (смешанные) схемы

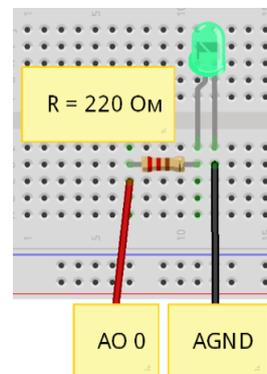
Конечно, практически все электронные устройства сегодня представляют собой гибридные схемы, т.е. смешанные цифровые и аналоговые. Устройство myDAQ использует именно гибридные электронные цепи. Вы можете внимательно посмотреть на общую схему устройства, напечатанную на верхней крышке myDAQ, особенно на «Analog-to-Digital Converter» (аналого-цифровой преобразователь) и «Digital-to-Analog Converter» (цифро-аналоговый преобразователь).

Задание 108. Соберите указанную схему и составьте программу (аналогичную заданию 105), изображенные на рисунках. Исследуйте работу схемы. Какое преобразование вы можете наблюдать: цифрового сигнала в аналоговый или наоборот?

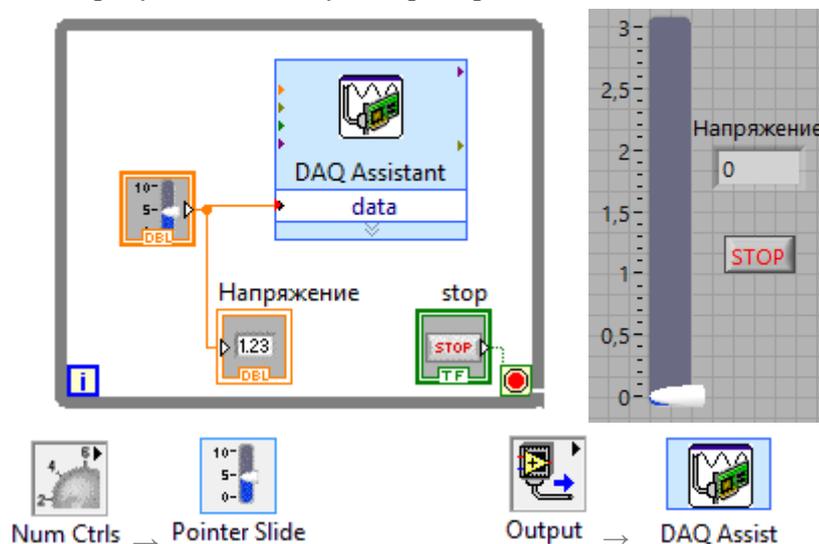


4.4. ЦАП

Из курса информатики вам уже знаком основной принцип хранения информации в памяти компьютера — *принцип дискретности*: любые данные в памяти компьютера хранятся в виде цепочек битов, т. е. последовательностей нулей и единиц (дискретная форма). Таким образом, любая программа в компьютере имеет форму двоичного кода. Чтобы она превратилась в физическое воздействие на управляемый объект (в нашем случае это будет светодиод), необходимо преобразовать код в электрический сигнал. Такое преобразование называют цифро-аналоговым преобразованием, а устройство, его выполняющее, называется *цифро-аналоговым преобразователем* (ЦАП).



Задание 109. Составьте схему и программу, изображенные на рисунках. Исследуйте пример ЦАП.



В свойствах объекта (Properties) на вкладке Scale (шкала) укажите минимальное и максимальные значения равные 0 и 3 соответственно.

Параметры Помощника:

- Generate Signals → Analog Output → Voltage
- Supported Physical Channel → ai0
- Voltage Input Setup: Max — 3, Min — 0
- Timing Settings: 1 Sample (On demand)

4.5. АЦП

Приборы, которые дают информацию о состоянии объекта управления, о внешней среде, называются *датчиками*. Они представляют информацию, например, о температуре, влажности, расстоянии, давлении, деформации, наличие магнитного поля и др. в виде электрических сигналов. Если такие данные датчики передают в аналоговой форме (электрический ток или напряжение), то они должны быть преобразованы в двоичную цифровую форму. Такое преобразование называется аналого-цифровым, а прибор, его выполняющий, — *аналого-цифровой преобразователь* (АЦП).

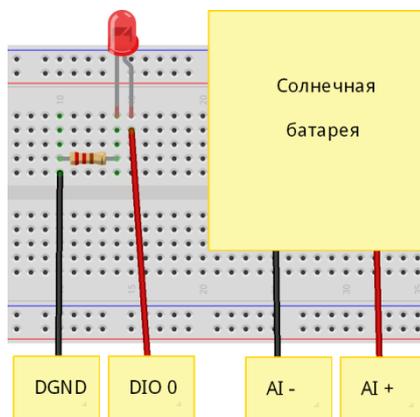
При преобразовании аналогового сигнала в цифровом устройстве АЦП много раз в секунду производит измерение амплитуды аналогового сигнала и выдает результаты этих измерений в виде чисел. Представление сигнала рядом своих отсчетов (*samples*), взятых через равные промежутки времени, называется *дискретизацией*. Частота, с которой производятся цифровые значения, получила название *частота дискретизации* АЦП. У myDAQ максимальное значение этой частоты равно 200 кГц, т.е. 200000 значений за 1 секунду.

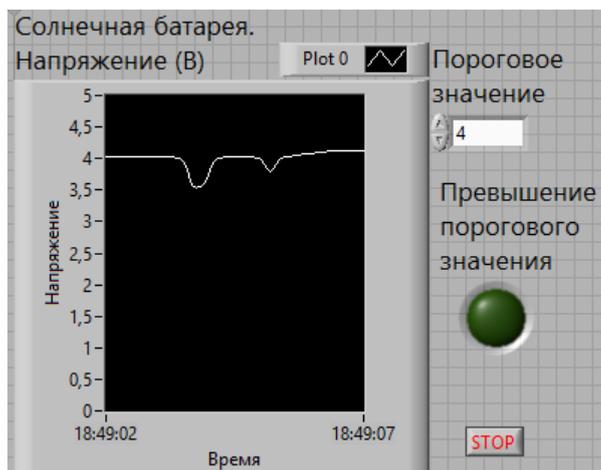
Разрядность АЦП характеризует количество дискретных значений, которые преобразователь может выдать на выходе, и измеряется в битах. Например, двоичный 8-ми разрядный АЦП, способен выдать 256 значений (от 0 до 255).

Разрядность двоичного АЦП у прибора myDAQ составляет 16 бит, т.е. $2^{16} = 65536$ различных значений (их называют *уровни квантования*).

Задание 110. Проект «Восход». Необходимо, чтобы при низкой освещенности светодиод был выключен, а при высокой освещенности — включен. Составьте схему и программу, изображенные на рисунках. Исследуйте пример АЦП.

Придумайте несколько примеров, где мог бы использоваться такой алгоритм (или где вы уже видели его в работе).

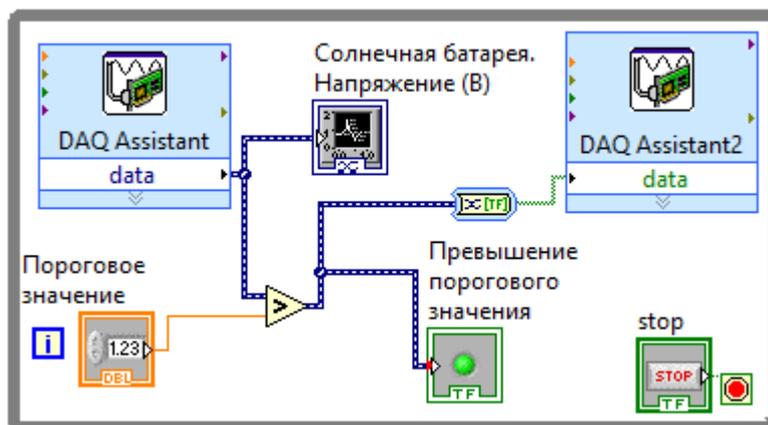




Измените свойства (Properties) развертки осциллограммы (Waveform Chart).

Параметры Помощника DAQ:

- Generate Signals → Digital Output → Line Output → port0/line0
- 1 Sample (On Demand)



Фотоэлемент — электронный прибор, который преобразует энергию фотонов в электрическую. Первый фотоэлемент, основанный на внешнем фотоэффекте, создал Александр Григорьевич Столетов в конце XIX века.

Солнечная батарея — несколько объединенных фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Фотовольтаика — метод выработки электрической энергии путем использования фоточувствительных элементов для преобразования солнечной энергии в электричество.

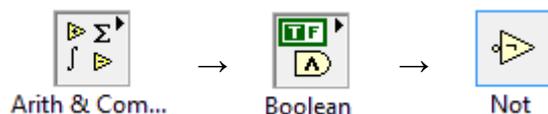


Александр Григорьевич Столетов
1839–1896

По прогнозам Европейской Ассоциации Фотовольтаики (EPIA) к 2020 году стоимость электроэнергии, вырабатываемой «солнечными» системами, снизится до уровня менее 0,10 € за кВт·ч для промышленных установок и менее 0,15 € за кВт·ч для установок в жилых зданиях.

Солнечная энергетика — направление нетрадиционной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует неисчерпаемый источник энергии и является экологически чистой, то есть не производящей вредных отходов.

Задание 111. Проект «Прототип системы контроля освещения». Используя логическую операцию *Отрицание* («Не», Not), составьте программу, включающую светодиод только при низкой освещенности помещения.



Задание 112. Вы использовали солнечную батарею в качестве датчика освещенности. Как просто, но это необычное решение. Найдите в Интернете с помощью языка запросов аналогичную идею использования солнечных батарей в качестве датчика.

Задание 113. Соберите схему и составьте программу таким образом, чтобы яркость светодиода зависела от освещенности в помещении.

4.6. Digital vs. Analog

Сигнал — это любая физическая величина (например, напряжение, сила тока, давление воздуха, температура, интенсивность света и т.д.), изменяющаяся со временем. Благодаря этому изменению сигнал может нести в себе какую-то информацию.

Электрический сигнал — это электрическая величина (например, напряжение, ток, мощность), изменяющаяся со временем.

Вся электроника работает с электрическими сигналами.

С точки зрения науки, цифровой сигнал в сравнении с аналоговым имеет большие преимущества.

Аналоговый сигнал может принимать любые значения в определенных пределах непрерывно. Например, напряжение может плавно изменяться в пределах от 0 до 5 В.

Устройства, работающие только с аналоговыми сигналами, называются *аналоговыми*.

Можно сказать, что в природе практически все сигналы — аналоговые, и они очень чувствительны к действию всевозможных шумов, наводок, помех.

Аналоговые устройства более трудно проектировать.

Цифровой сигнал может принимать только два значения. Разрешены некоторые отклонения от этих значений. Например, напряжение может принимать два значения: от 0 до 0,8 В — это уровень нуля, а напряжение от 2,0 до 5 В — уровень единицы.

Устройства, работающие исключительно с цифровыми сигналами, называются *цифровыми*.

Цифровые сигналы лучше защищены от воздействия шумов, наводок и помех.

Любое цифровое электронное устройство должно взаимодействовать с реальным миром, а, значит, оно будет всегда нуждаться в аналоговом интерфейсе.

Шум — это внутренние случайные слабые сигналы любого электронного устройства (микрофона, транзистора, резистора и т.д.). *Наводки и помехи* — это сигналы, приходящие на электронную систему извне (например, электромагнитные излучения) и искажающие сигнал.

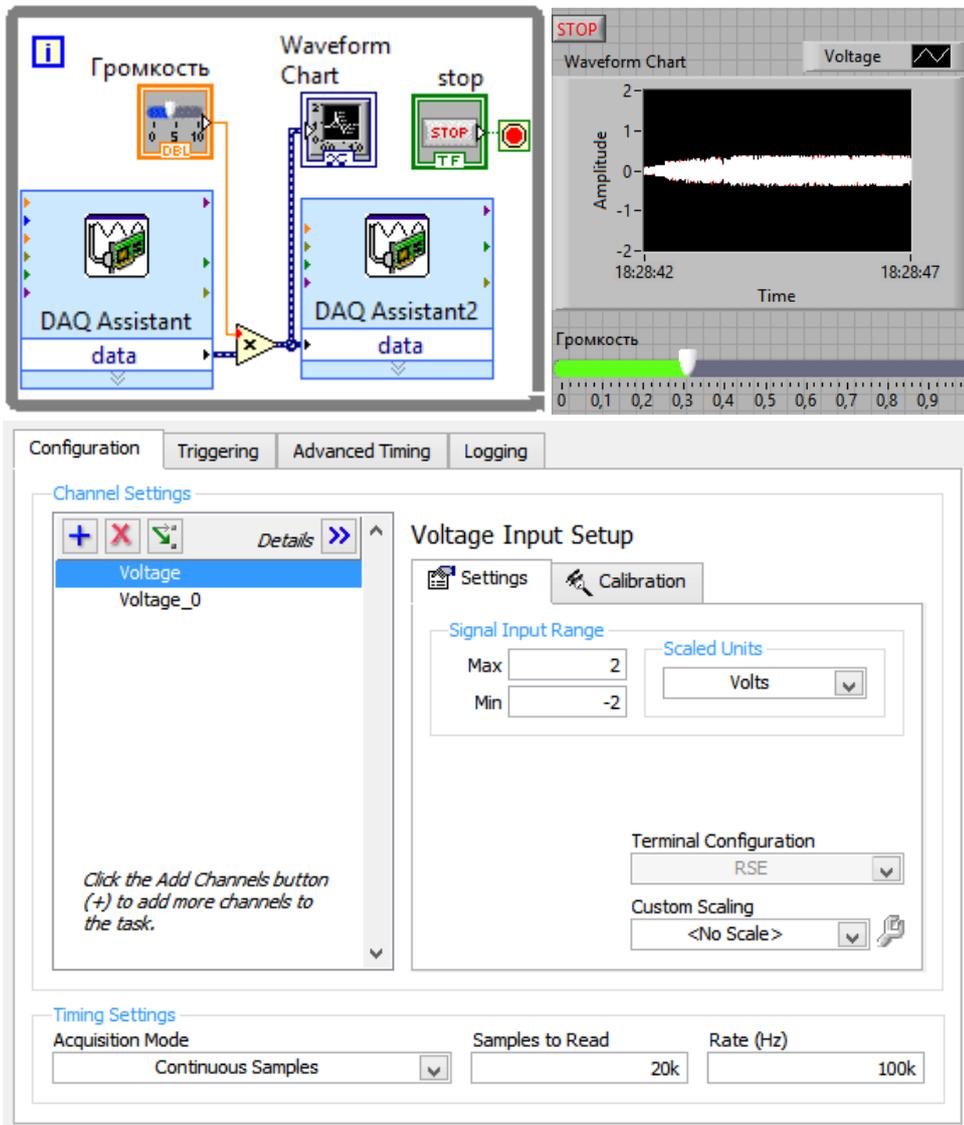
Теорема Котельникова: «Любую функцию, состоящую из частот от 0 до F , можно непрерывно передавать с любой точностью при помощи чисел, следующих друг за другом через $1/(2F)$ секунд» (1933 г.). В. А. Котельников — выдающийся ученый, инженер. Его пионерские работы положили начало развитию новых направлений науки и техники: информатики и цифрового метода передачи сигналов, статистической радиофизики, планетной радиолокации, отечественной криптографии.

Аналоговый и цифровой сигналы, ЦАП и АЦП всегда можно красиво продемонстрировать на примере звуковых колебаний.



**Владимир
Александрович
Котельников
1908–2005**

Задание 114. Подключите ваш мобильный телефон (или MP3-плеер) к входу «Audio In» (myDAQ), а наушники — к «Audio Out». Составьте, указанную ниже, программу управления громкостью звучания. Поэкспериментируйте. Поробуйте рассказать об аналоговых и цифровых сигналах, об АЦП и ЦАП, используя программу как наглядную демонстрацию.



4.7. Победа цифровых технологий

Есть и еще одна причина, обеспечившая бурное развитие цифровой электроники и цифровых технологий: быстрая разработка новых устройств и программно-аппаратных комплексов. Для молодых специалистов это наиболее важный фактор.

Программно-аппаратный комплекс — набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких задач. Состоит из двух основных частей:

- ✓ *аппаратная часть* (Hardware) — устройство сбора и (или) обработки информации;
- ✓ *программная часть* (Software) — специализированное программное обеспечение, обрабатывающее данные, собранные аппаратной частью.

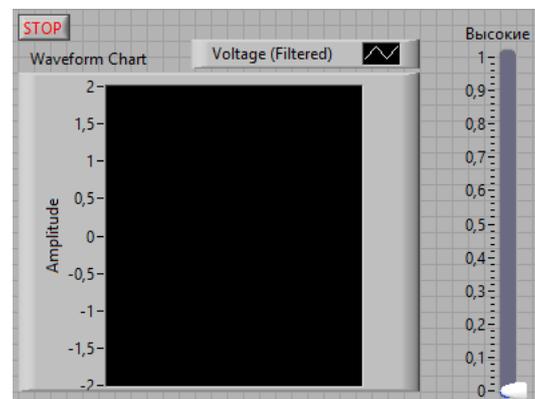
Примером переносного (мобильного) программно-аппаратного комплекса может служить связка «myDAQ + ноутбук».

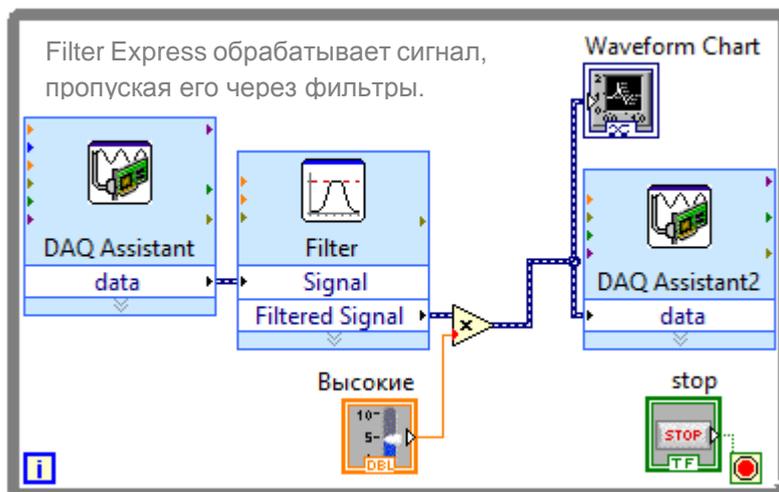
Чтобы вы почувствовали, что процесс создания цифровых устройств проще и быстрее, вы самостоятельно разработаете программно-аппаратный комплекс под названием «Эквалайзер».

Эквалайзер (equalize — выравнять), устройство или (и) компьютерная программа, позволяющая избирательно корректировать амплитуду сигнала, в зависимости от частоты. Прежде всего, эквалайзеры характеризуются количеством регулируемых по уровню частотных фильтров (полос). Упрощенно можно сказать, что эквалайзер — это определенный набор различных типов фильтров.

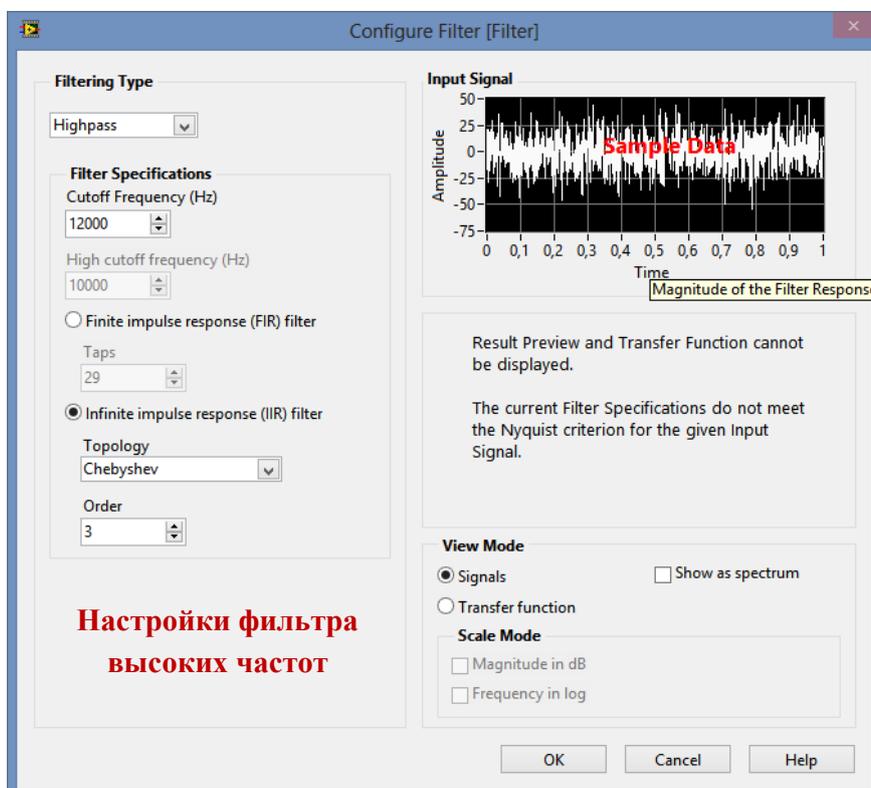
Задание 115. Проект «Фильтр».

Необходимо изменить программу из предыдущего задания таким образом, чтобы воспроизводить только звуки частотой выше 12000 Гц (высокие частоты). Не забудьте найти информацию про тип фильтров «Highpass», про фильтр Чебышева и т.д.

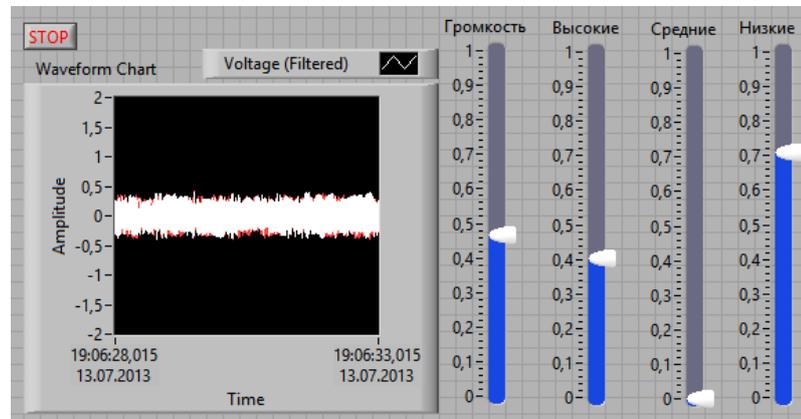




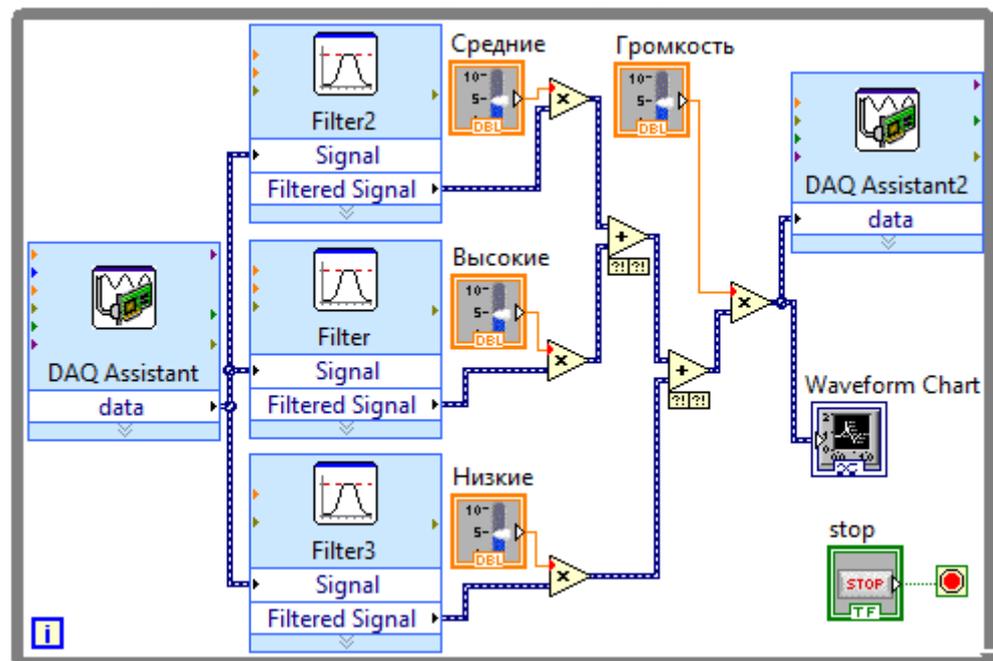
Среди применяемых фильтров: *Highpass* — фильтр верхних частот; *Lowpass* — фильтр нижних частот; *Bandpass* — полосовой фильтр.



Задание 116. Проект «Эквалайзер». Создайте простую версию программно-аппаратного эквалайзера. Разделите звуковой спектр на три части: *низкие* (от 10 Гц до 200 Гц), *средние* (от 200 Гц до 5 кГц) и *высокие* частоты (от 5 кГц и выше).



Обратите внимание, что происходит суммирование сигналов.



Фильтр Чебышева — один из типов линейных аналоговых или цифровых фильтров. Фильтр получил название в честь известного русского математика XIX века Пафнутия Львовича Чебышева, так как характеристики этого фильтра основываются на *многочленах Чебышева*.

Фильтры Чебышева обычно используются там, где требуется с помощью фильтра небольшого порядка обеспечить требуемые характеристики АЧХ, в частности, хорошее подавление частот из полосы подавления, и при этом гладкость АЧХ на частотах полос пропускания и подавления не столь важна.

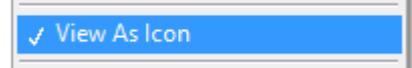
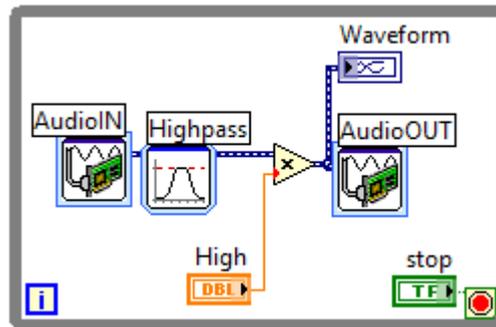


**Пафнутий Львович
Чебышёв**
1821–1894

Задание 117. Проект «Графический эквалайзер». Создайте 7-полосный графический эквалайзер. Разделите звуковой спектр на:

- 1) *низкие басы* (10 Гц ... 80 Гц) — самые низкие ноты, от которых резонирует комната;
- 2) *верхние басы* (80 Гц ... 200 Гц) — это верхние ноты басовых инструментов и самые низкие ноты таких инструментов, как гитара;
- 3) *низкие средние* (200 Гц ... 500 Гц) — здесь размещается почти весь ритм и аккомпанемент, это регистр гитары;
- 4) *средние средние* (500 Гц ... 2.5 кГц) — соло скрипок, гитар, фортепиано, вокал;
- 5) *верхние средние* (2.5 кГц ... 5 кГц) — много гармоник и обертонов; усиление этой части спектра позволяет достичь яркого звука, создающего эффект присутствия;
- 6) *низкие высокие* (5 кГц ... 10 кГц) — в этом диапазоне мы встречаемся с самым сильным искажением высоких частот;
- 7) *верхние высокие* (10 кГц ... 20 кГц) — это самые тонкие и нежные высокие частоты.

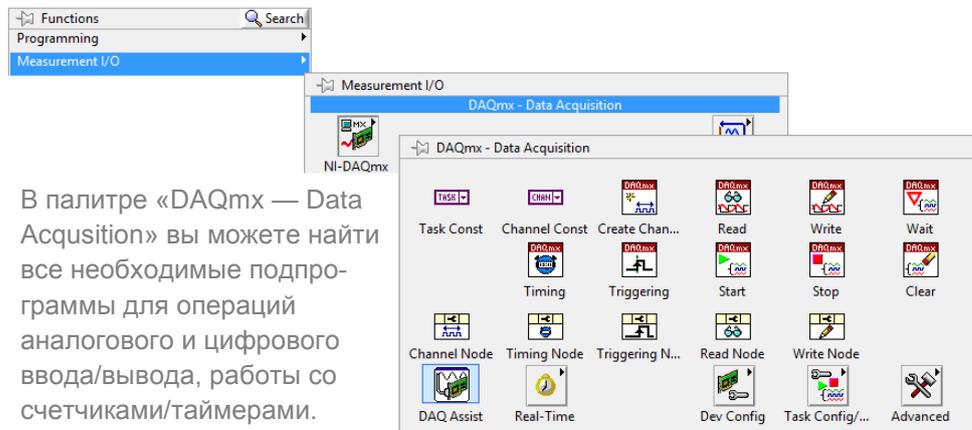
Задание 118. Улучшите созданный вами 7-полосный графический эквалайзер. Оптимизируйте блок-диаграмму, продумайте интерфейс лицевой панели. Выполнив задание, сравните работы всех учащихся между собой.



Настройка «Отображать в виде иконки» поможет скомпоновать элементы на блок-диаграмме.

4.8. Палитра DAQmx

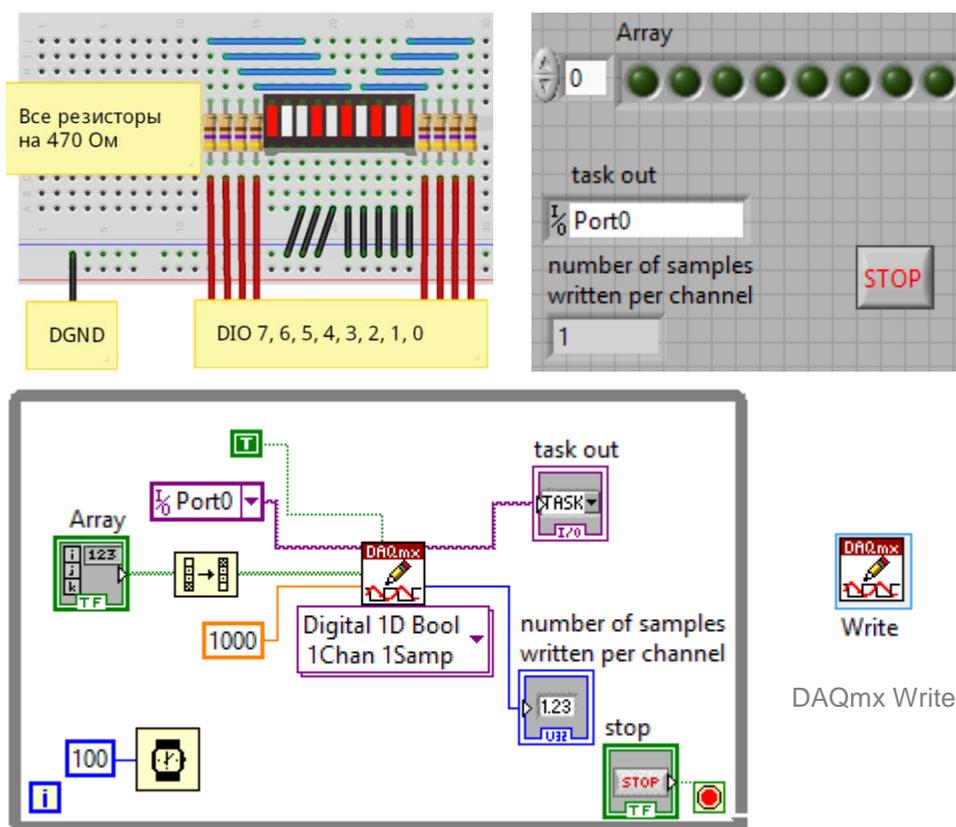
Обычно DAQ-устройства могут выполнять разнообразные функции: аналого-цифровое преобразование, цифро-аналоговое преобразование, цифровой ввод/вывод и управление счетчиком/таймером. LabVIEW включает в себя набор подпрограмм, позволяющих конфигурировать, собирать и посылать данные на DAQ-устройства.



В палитре «DAQmx — Data Acquisition» вы можете найти все необходимые подпрограммы для операций аналогового и цифрового ввода/вывода, работы со счетчиками/таймерами.

Задачей (task) DAQmx называют набор каналов с одинаковыми параметрами или измерения (input), или генерации (output). Каналы могут быть двух видов: глобальные — могут использоваться в нескольких задачах; локальные — только в одной определенной задаче.

Задание 119. Соберите схему и создайте виртуальный прибор, демонстрирующий работу узла «DAQmx Write». С помощью массива логических элементов, расположенного на лицевой панели необходимо управлять светодиодным индикатором, подключенным к цифровым выходам.



DAQmx Write — записывает отсчеты в заданные вами задачи или каналы и определяет, в каком формате их записывать:

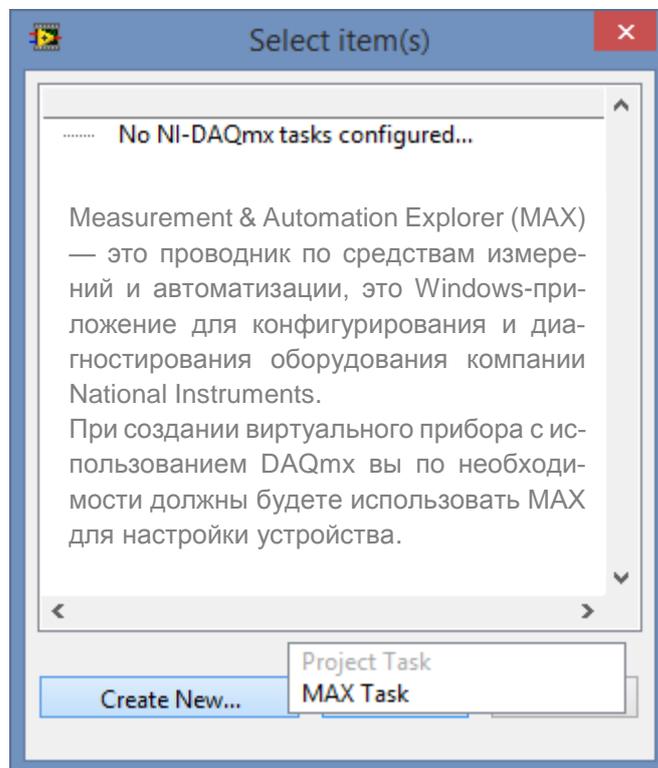


Для настройки задачи DAQmx необходимо:

1. Создав константу в терминале «task/channels in», выбрать в меню пункт «Browse».

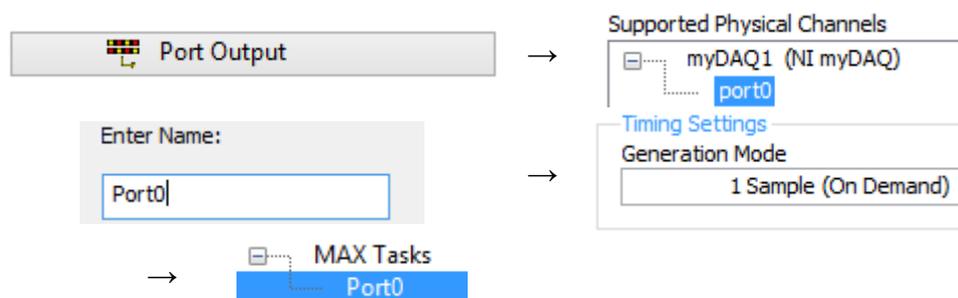


2. Далее создать новую задачу (Task).

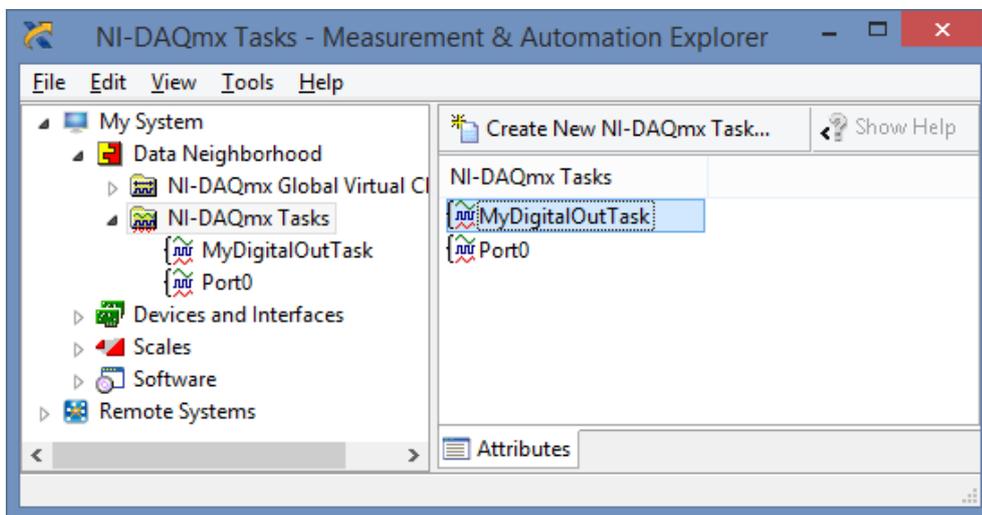


В MAXе задаются все конфигурационные параметры устройств и каналов. После установки DAQ-устройства в компьютер вы должны запустить эту утилиту конфигурирования. MAX считывает записи менеджера устройств в системном реестре Windows и присваивает каждому DAQ-устройству логический номер, который используется в LabVIEW в качестве ссылки на устройство.

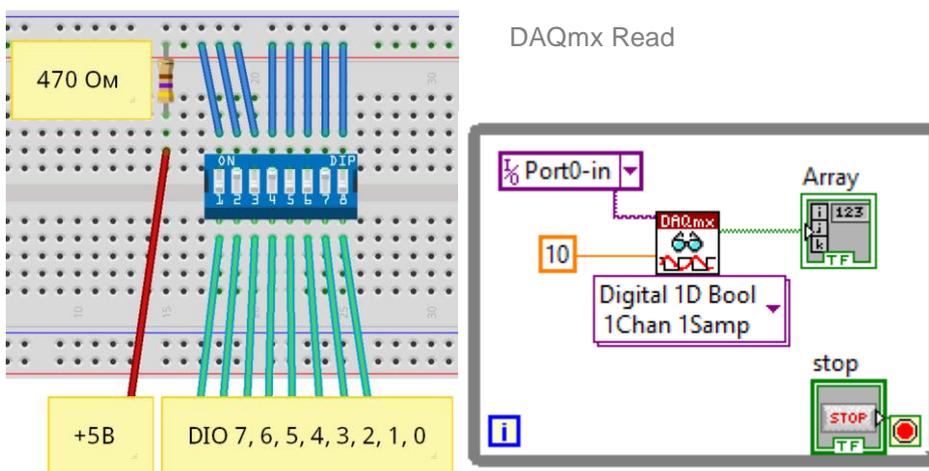
3. Следующим шагом настроить каналы myDAQ.



Если у вас есть какие-то «неудачно созданные», «старые», «лишние» задачи MAX, то их можно удалить. Скриншот содержит всю необходимую для этого информацию.



Задание 120. Соберите схему и создайте виртуальный прибор, демонстрирующий работу узла «DAQmx Read».

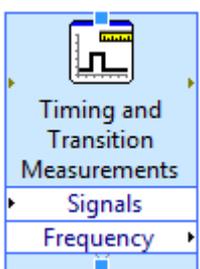
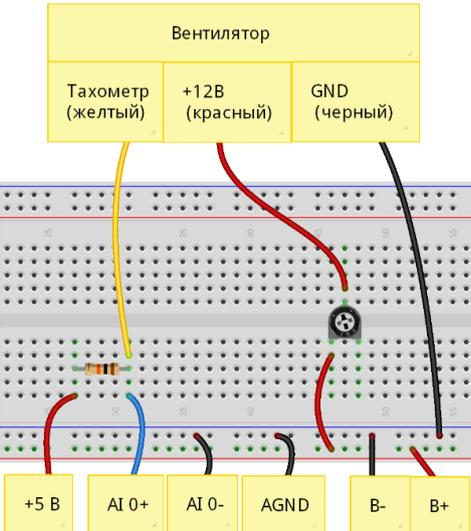
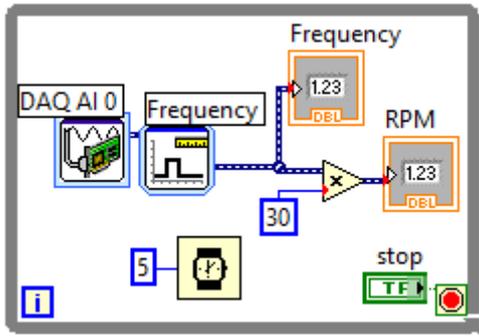
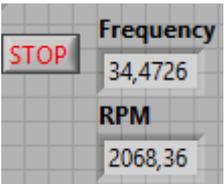


Задание 121. Самостоятельно создайте прибор, который демонстрирует работу двух любых функций из палитры «NI DAQmx».

4.9. Контроль частоты вращения вентилятора

В параграфе 2.18 вы узнавали частоту вращения вентилятора с помощью осциллографа. Теперь вы можете создать виртуальный прибор, который в удобной форме будет отображать частоту вращения вентилятора.

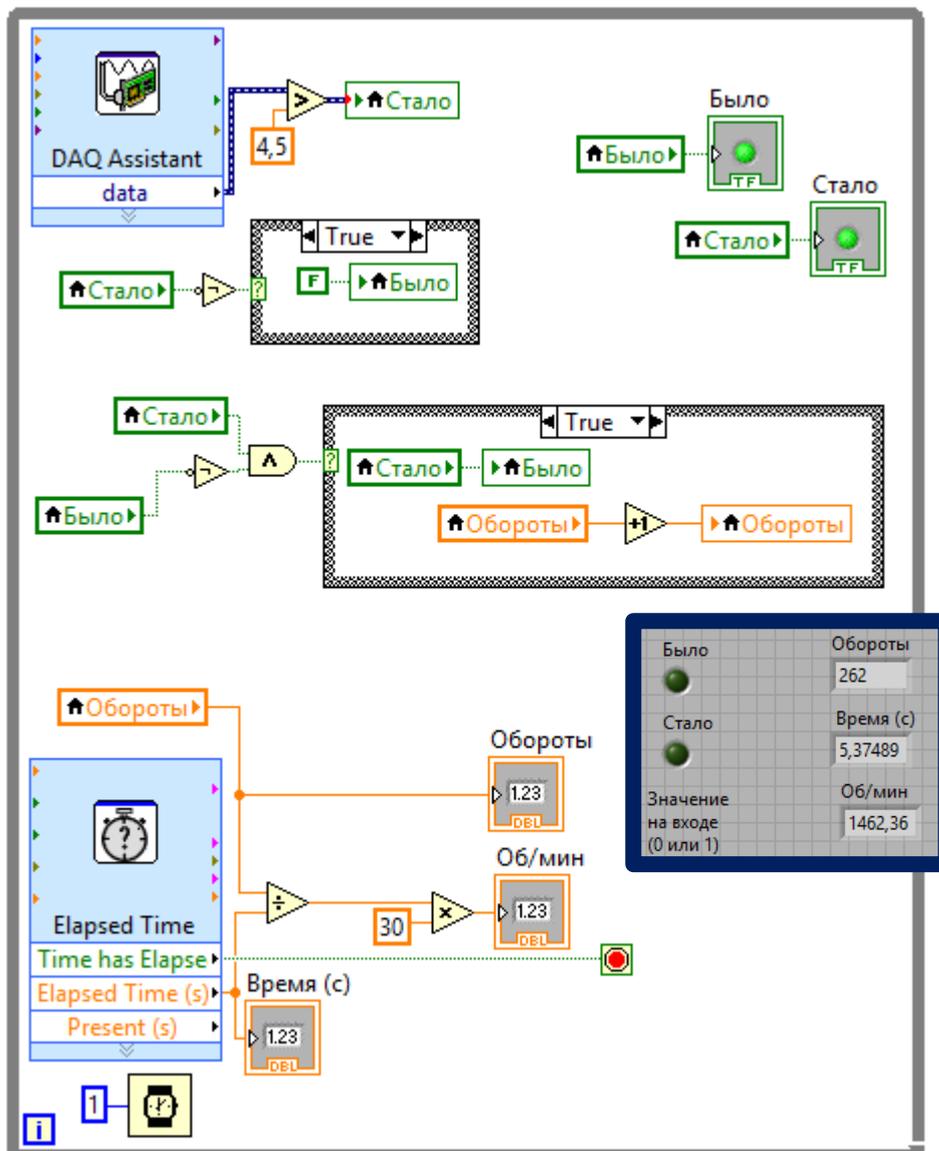
Задание 122. Соберите указанную схему и создайте программу, контролирующую работу вентилятора. Исследуйте работу программы и улучшите ее работу.



The image displays a virtual instrument (VI) interface and its hardware implementation. The top-left screenshot shows the front panel with a 'STOP' button and two digital displays: 'Frequency' showing 34,4726 and 'RPM' showing 2068,36. The middle-left diagram is a block diagram of the VI program, showing a 'DAQ AI 0' block connected to a 'Frequency' block, which outputs to a '1.23 DEL' block. This is multiplied by a gain of 30 and then divided by another '1.23 DEL' block to produce the 'RPM' output. A 'stop' button is also shown. The middle-right diagram shows the physical hardware on a breadboard. A fan is connected to a +12V (red) and GND (black) supply. A tachometer (yellow) is connected to the fan's tachometer terminal. The breadboard is powered by a +5V supply, and the DAQ card is connected to AI 0+, AI 0-, and AGND. The fan's tachometer terminal is connected to the +5V supply. The bottom-left screenshot shows the 'Timing and Transition Measurements' menu with 'Frequency' selected.

Timing and Transition Measurements (из палитры Signal Analysis) выполняет вычисления временных (частота, период, длительность импульса) и переходных (выброс перед фронтом импульса, выброс после фронта импульса, скорость нарастания) параметров импульсных сигналов.

Задание 122 (2). Представьте, что, как и в других средах программирования, у вас нет палитры для анализа получаемых сигналов, и создайте программу, контролирующую работу вентилятора. Исследуйте работу программы и улучшите ее работу.



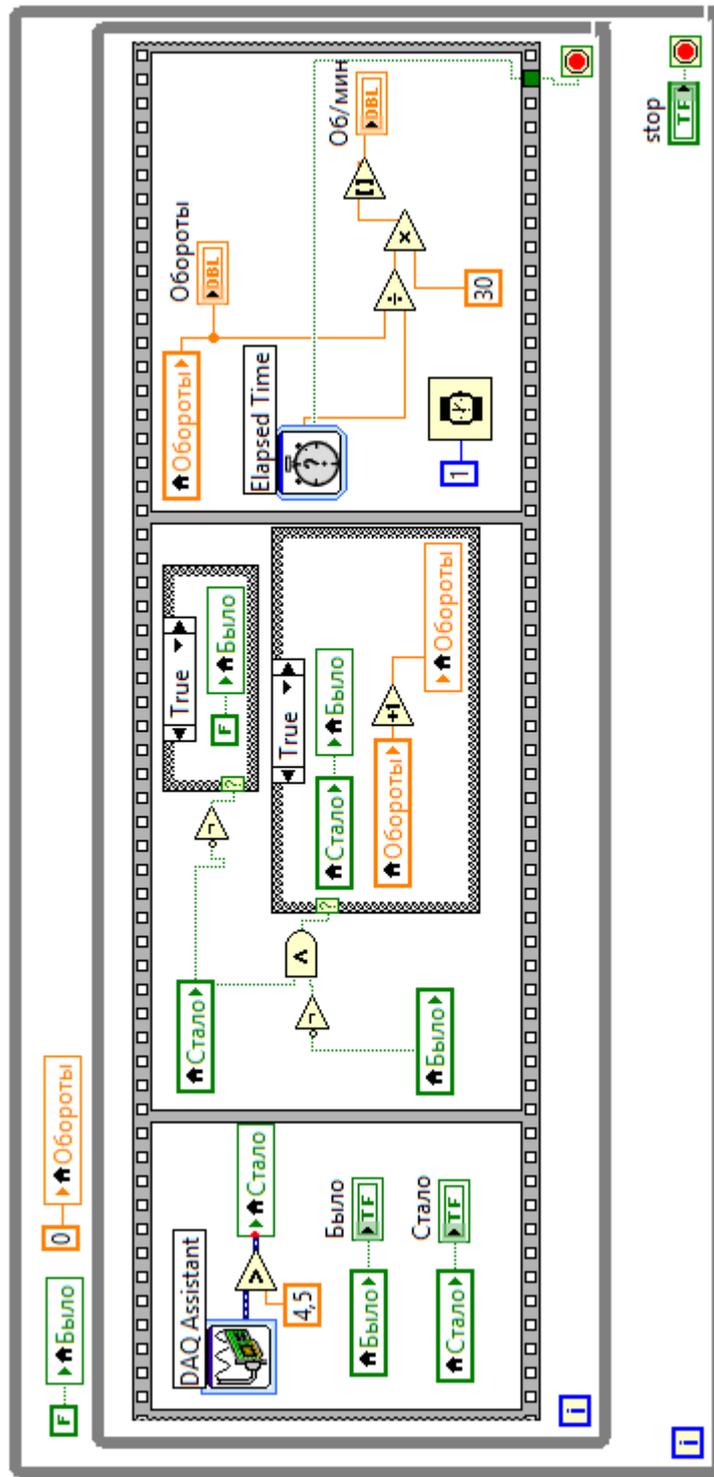
Timing Settings

Acquisition Mode: Continuous Samples

Samples to Read: 1

Rate (Hz): 200

Т.к. в параграфе 2.8 вы уже обратили внимание, что максимальная частота вращения, отображаемая на осциллографе была около 145 Гц, то в настройках можно выбрать частоту 200 Гц.



Задание 123. Реализуйте виртуальный прибор по указанной блок-диаграмме. Проанализируйте работу программы контроля скорости вращения вентилятора. Сравните с предыдущей.

Для заметок

5. Логические элементы

5.1. Основные логические элементы

Надеемся, вы уже почувствовали, что цифровые цепи и устройства в целом быстрые, компактные, надежные, легко проектируются.

В любом цифровом устройстве применяются *логические элементы* — это такие схемы, у которых один или несколько входов и один выход. Каждому состоянию сигналов на входах соответствует определенный сигнал на выходе. Они представляют собой достаточно простые элементы, которые можно комбинировать между собой, создавая различные схемы для осуществления арифметических операций и для построения памяти. Логический элемент воспринимает входные данные в виде высокого и низкого уровней напряжения на своих входах. Высокий уровень напряжения соответствует логической 1 (истина), а низкий — логическому 0 (ложь). Значения высокого и низкого уровней напряжения определяются электрическими параметрами схемы логического элемента и одинаковы как для входных, так и для выходных сигналов.

Транзистор — радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, позволяющий входным сигналом управлять током в электрической цепи (транзисторный эффект). Создание транзистора — одна из величайших революций в науке и технике. Транзисторный эффект был обнаружен Джоном Бардиным и Уолтером Братейном в конце 1947 года, а сообщение об этом опубликовано в июле 1948 года. Само слово «транзистор» появилось позже в работе Уильяма Шокли и обозначало комбинацию слов «transfer resistor». Начиная с 1947 года в СССР интенсивно велись работы в этой области. 15.11.1948 г. А. В. Красилов опубликовал статью «Кристаллический триод». Это была первая в СССР публикация о транзисторах. В серийное производство первые советские германиевые триоды были запущены лабораторией Красилова уже в 1949 г. Вся современная цифровая логика основывается на том, что транзистор может работать как очень быстрый бинарный переключатель.



**Александр
Викторович
Красилов
1910–2003**

Рассмотрим основные типы логических элементов.

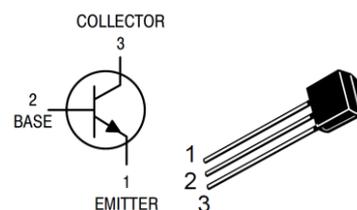
Название логического элемента	Обозначение на схемах	Обозначение в LabVIEW	Алгебраическое обозначение	Таблица истинности																		
NOT логическое НЕ			$\neg A$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th></th> <th>NOT A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A		NOT A	0		1	1		0						
ВХОД		ВЫХОД																				
A		NOT A																				
0		1																				
1		0																				
AND логическое И			$A \wedge B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A AND B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A AND B	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A AND B																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
OR логическое ИЛИ			$A \vee B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A OR B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A OR B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A OR B																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	1																				
NAND НЕ-И			$\neg(A \wedge B)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A NAND B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A NAND B	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A NAND B																				
0	0	1																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				
NOR НЕ-ИЛИ			$\neg(A \vee B)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A NOR B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A NOR B	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A NOR B																				
0	0	1																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	0																				
XOR исключающее ИЛИ			$A \oplus B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A XOR B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A XOR B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A XOR B																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				
XNOR исключающее НЕ ИЛИ			$\neg(A \oplus B)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ВХОД</th> <th>ВЫХОД</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A XNOR B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ВХОД		ВЫХОД	A	B	A XNOR B	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
ВХОД		ВЫХОД																				
A	B	A XNOR B																				
0	0	1																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				

Абсолютно все цифровые микросхемы, начиная от микросхемы стандартной логики и заканчивая самыми сложнейшими процессорами, состоят из одних и тех же простейших логических элементов. Просто в микропроцессоре таких элементов несколько миллионов, а микросхемы стандартной логики могут состоять даже из одного логического элемента.

5.3. Логический элемент «НЕ» (NOT)

Простейший логический элемент (также используют термин «*вентиль*») представляет собой транзисторный инвертор (т.к. он инвертирует входной сигнал), который преобразует низкое напряжение в высокое или наоборот. Это можно представить, как преобразование логического 0 в логическую 1 или наоборот, т.е. получаем *вентиль* «НЕ».

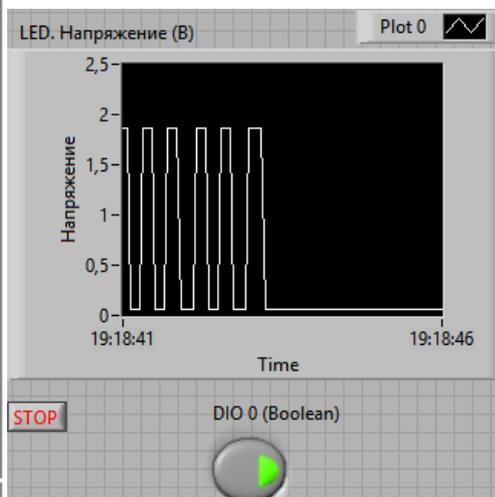
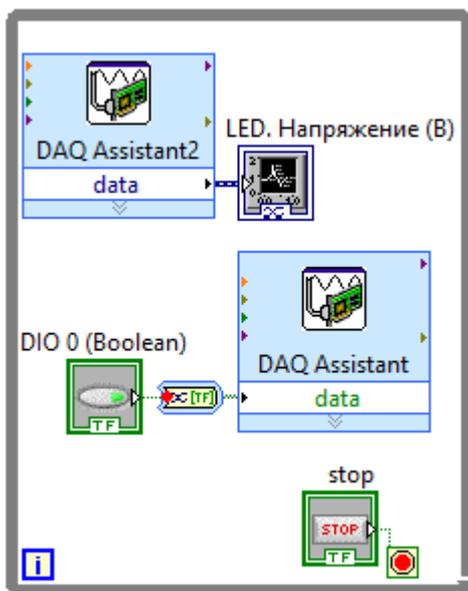
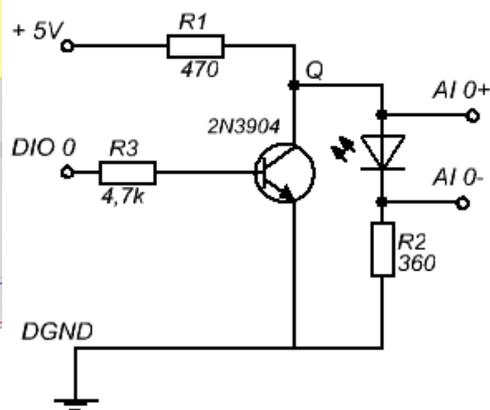
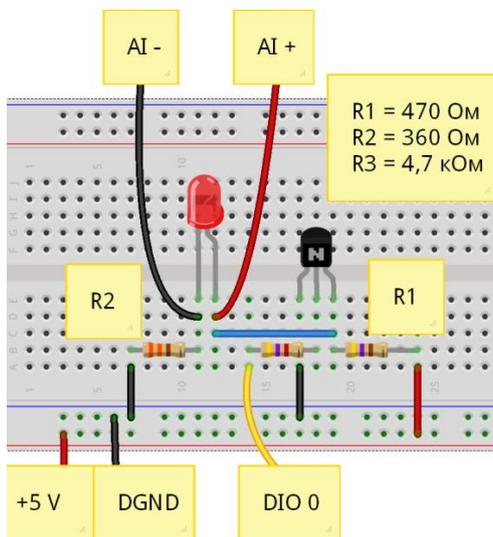
Логический элемент «НЕ» имеет один вход и один выход и выполняет операцию логического отрицания над своими входными данными.



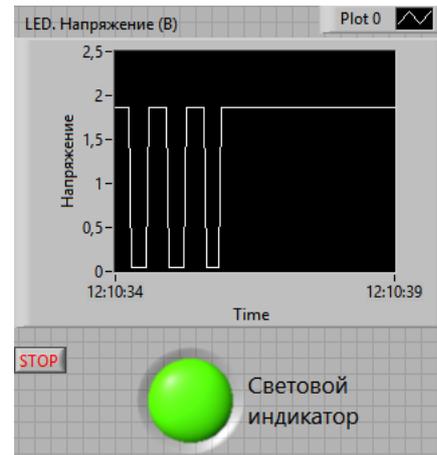
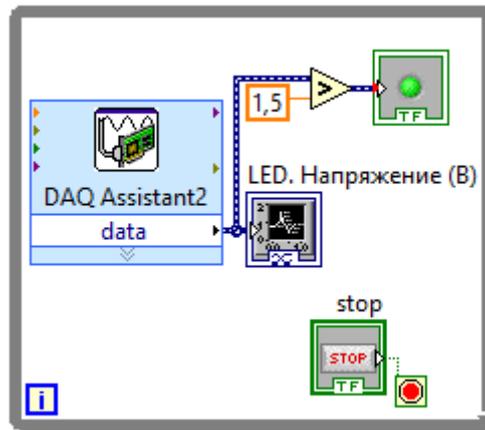
В биполярном транзисторе между эмиттером и коллектором идет большой ток (указан стрелкой) полезной нагрузки. Между базой и эмиттером идет маленький управляющий ток. Его величина влияет на сопротивление между коллектором и эмиттером. Биполярные транзисторы бывают двух типов: р-п-р и п-р-п.

Задание 124. Создайте из электронных компонентов логический элемент «НЕ», управляемый программно.

Если напряжение на базе ниже определенного критического значения, транзистор выключается и действует как очень большое сопротивление, а если превышает критическое значение, транзистор включается и действует как проводник. Время переключения транзистора оценивается в наносекундах. Резистор (R1) нужен для ограничения тока, проходящего через транзистор.

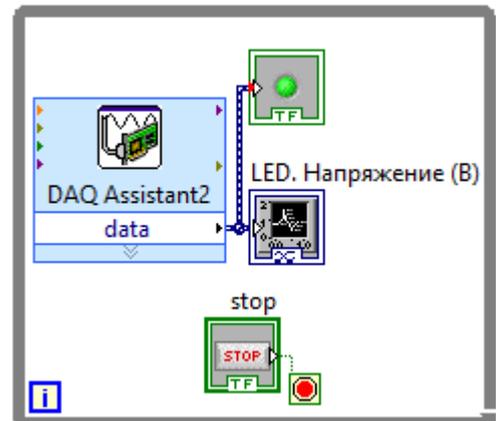


Задание 125. Отключите один конец желтого провода от контакта DIO. Что произошло со светодиодом? Включился. Теперь подключите на шину «+» (красная) на макетной плате. Что произошло со светодиодом? Выключился. Повторите, предварительно запустив управляющую программу. График показывает все изменения. Необходимо, чтобы на лицевой панели виртуального прибора включался/выключался световой индикатор.



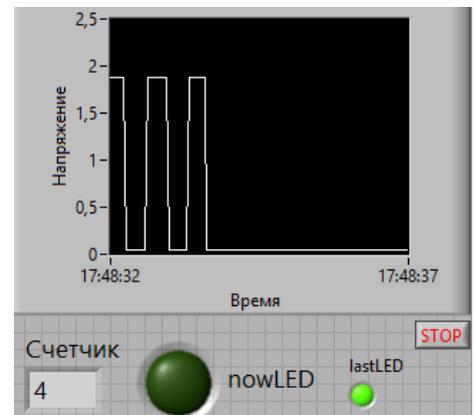
При тестировании программы эффективно использовать функцию подсветки выполнения программы позволяющую проиллюстрировать поток данных.

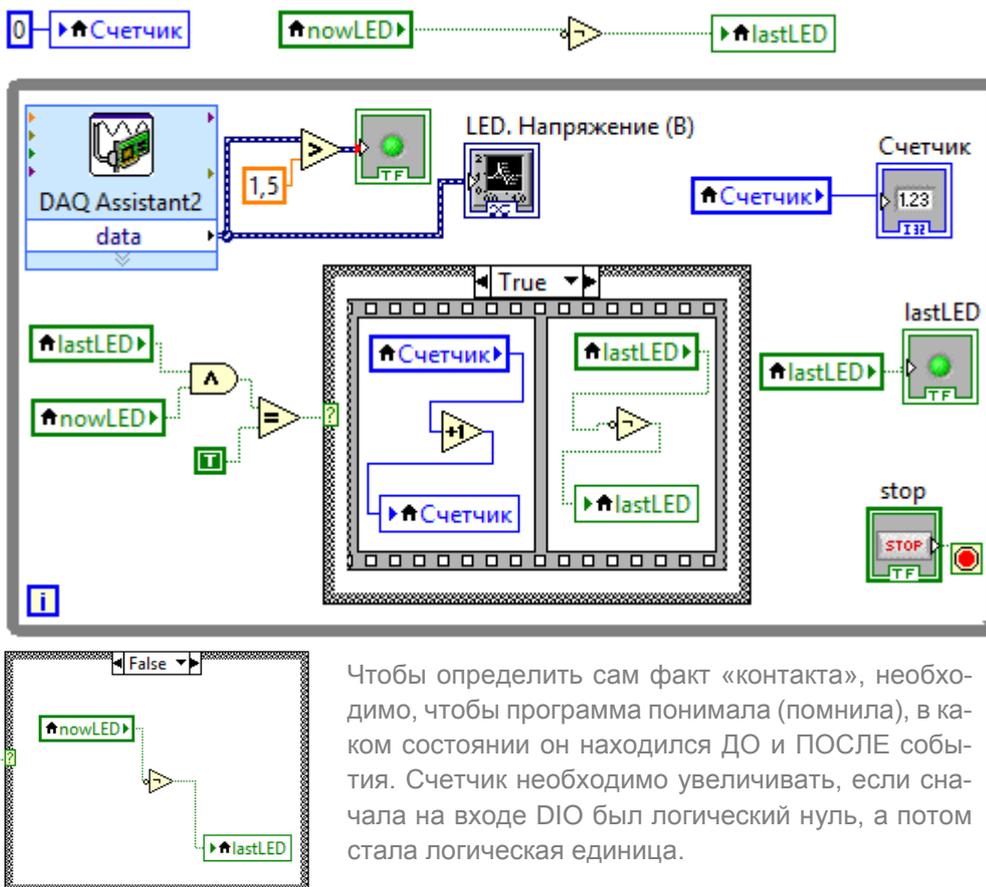
Задание 126. Реализуйте программу, указанную ниже. Сравнение не используется, но программа работает. Постарайтесь объяснить почему.



Задание 127. Проект «Счетчик». Усложним задачу. Необходимо подсчитать количество нажатий (или отжатий), т.е. нужно посчитать сколько раз передавалась логическая единица.

На первый взгляд простейшая задача... вот только ее решение требует знания всех основных алгоритмических структур (следование, ветвление, повторение), понятие переменных, и, конечно, как они реализованы в LabVIEW.





Чтобы определить сам факт «контакта», необходимо, чтобы программа понимала (помнила), в каком состоянии он находился ДО и ПОСЛЕ события. Счетчик необходимо увеличивать, если сначала на входе DIO был логический нуль, а потом стала логическая единица.

Задание 128. Проанализировав алгоритм работы программы, предложите другую реализацию программы «счетчик».

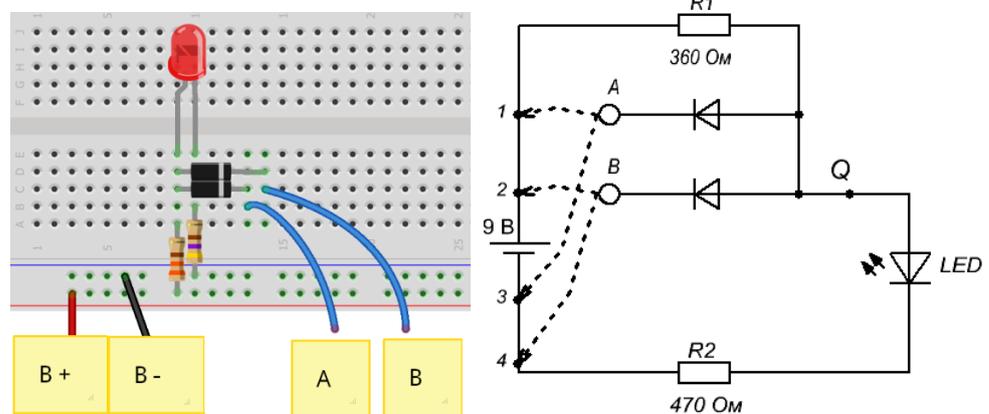
Задание 129. Необходимо подсчитать сколько раз передавался логический нуль. Составьте программу (блок-диаграмму).

5.4. Логический элемент «И»

Иначе его называют «конъюнктор». Для того чтобы понять, как он работает, можно нарисовать таблицу, в которой будут перечислены состояния на выходе при любой комбинации входных сигналов. Такая таблица называется *таблицей истинности*. Таблицы истинности широко применяются в цифровой технике для описания работы логических схем. Для более глубокого понимания постарайтесь разобраться, как он работает на аппаратном уровне.

Задание 130. Соберите схему, реализующую логический элемент «И». Проверьте таблицу истинности, подключая входы А и В к шине +5 В.

На выходе элемента «И» будет нуль в том случае, если хотя бы на один из его входов подан нуль.



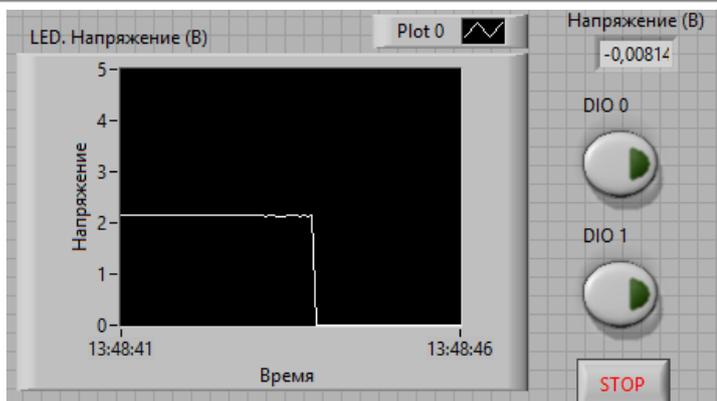
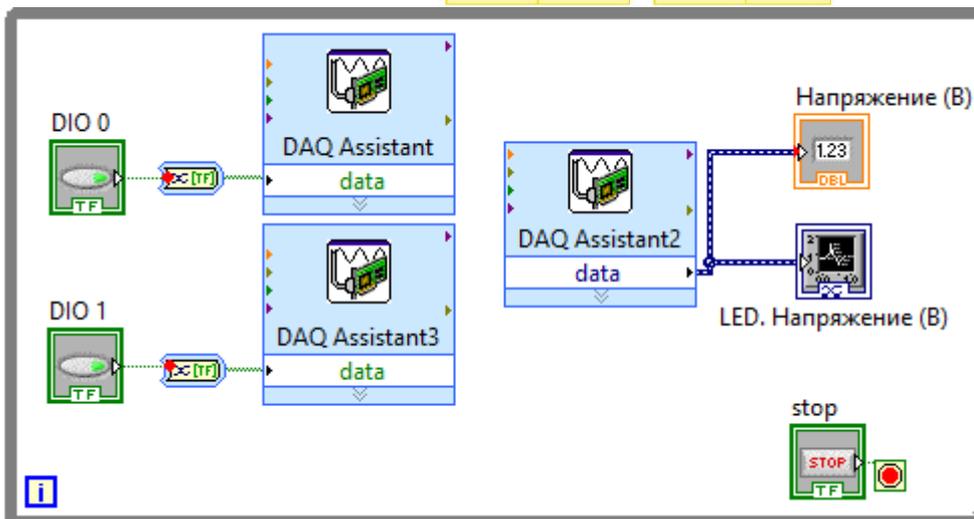
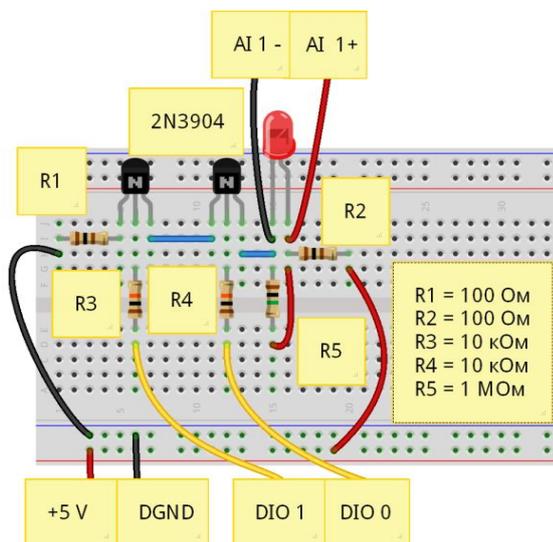
Наиболее простой логический элемент получается при помощи диодов. Однако, в зависимости от способа реализации схемы, различают следующие их типы логики:

- 1) диодно-резисторные;
- 2) диодно-транзисторные;
- 3) транзисторно-транзисторные.

Наиболее распространенным типом является 3 тип, и реализуется, как правило, в интегральном виде (в одной микросхеме). Диодно-резисторную реализацию вы уже попробовали в действии. Обратимся к транзисторно-транзисторной.

Задание 131. Соберите схему, реализующую логический элемент «И». Проверьте таблицу истинности. Исследуйте уровни напряжения, соответствующие логическим единице и нулю.

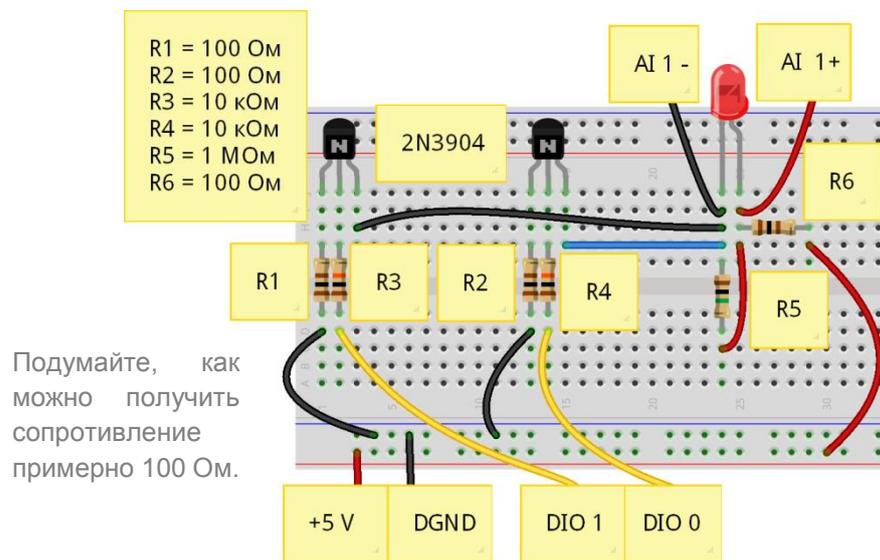
В большинстве случаев логические элементы реализуются не с помощью диодов, а с помощью транзисторов (ТТЛ — транзисторно-транзисторная логика).



5.5. Логический элемент «ИЛИ»

Для реализации логического элемента «ИЛИ» два транзистора необходимо соединить параллельно. Если хоть один из входных сигналов (DIO 1 или DIO 0) высокий, включается соответствующий транзистор.

Задание 132. Создайте из электронных компонентов логический элемент «ИЛИ», управляемый программой, аналогичной для логического элемента «И». Исследуйте работу схемы. Рассмотрите вариант отсутствия в схеме резистора R5. Модернизируйте схему, приведя ее к более компактному виду. Нарисуйте принципиальную схему самостоятельно.



Задание 133. Проанализируйте схему для двух входных сигналов и попробуйте аналогично создать из электронных компонентов логический элемент «ИЛИ» с тремя входами, также управляемый программно (используйте DIO 0, DIO 1, DIO 2).

5.5. Математическая логика — основа цифровых схем

Как логика послужила основным математическим инструментом при создании компьютеров, вы уже смогли увидеть и исследовать.

Для описания работы цифровых устройств исторически был необходим определенный математический аппарат. Как это часто бывает, математический аппарат для этих целей был разработан задолго до идей появления таких устройств. В середине XIX века ирландский математик Джордж Буль разработал теоретические основы формальной логики, названную позже в его честь *булевой алгеброй* (или алгеброй логики).

Алгебра логики изучает методы установления истинности или ложности сложных логических высказываний с помощью алгебраических методов. Сложное логическое высказывание описывается функцией, результатом вычисления которой может быть либо истина, либо ложь (1, либо 0). При этом аргументы функции также могут иметь только два значения: 0 или 1.

Впервые использование возможностей математической логики для анализа и синтеза релейно-контактных переключательных систем показали русский ученый Виктор Иванович Шестаков и американский математик, инженер Клод Шеннон.

Если реле пропускало ток, то соответствующий ему контакт являлся замкнутым, и его состояние описывалось символом «1», а если нет, то контакт становился разомкнутым, и его состояние описывалось символом «0». С тех времен элементная база электронно-вычислительной техники полностью сменилась несколько раз, пройдя путь от электронных ламп довольно больших размеров до миниатюрных транзисторов, представляющих из себя зоны кремниевого кристалла, размеры которых измеряются нанометрами, и которых на кристалле может располагаться несколько миллионов. Такие электронные схемы в начале их появления назывались интегральными схемами, потом большими интегральными схемами и сверхбольшими интегральными схемами.



**Виктор Иванович
Шестаков
1907–1987**

Для логических операций справедлив ряд законов. Применение данных законов позволяет производить упрощение логических функций (и схем), т.е. находить для них выражения, имеющие наиболее простую форму.

i) **Коммутативность:**

$$A \wedge B = B \wedge A$$

$$A \vee B = B \vee A$$

$$A \oplus B = B \oplus A$$

ii) **Рефлексивность (идемпотентность):**

$$A \wedge A = A$$

$$A \vee A = A$$

iii) **Ассоциативность:**

$$A \wedge (B \wedge C) = (A \wedge B) \wedge C$$

$$A \vee (B \vee C) = (A \vee B) \vee C$$

$$A \oplus (B \oplus C) = (A \oplus B) \oplus C$$

iv) **Дистрибутивность** конъюнкции и дизъюнкции относительно дизъюнкции, конъюнкции и суммы по модулю два соответственно:

$$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

$$A \wedge (B \oplus C) = (A \wedge B) \oplus (A \wedge C)$$

v) **Законы де Моргана:**

$$\neg(A \wedge B) = \neg B \vee \neg A$$

$$\neg(A \vee B) = \neg B \wedge \neg A$$

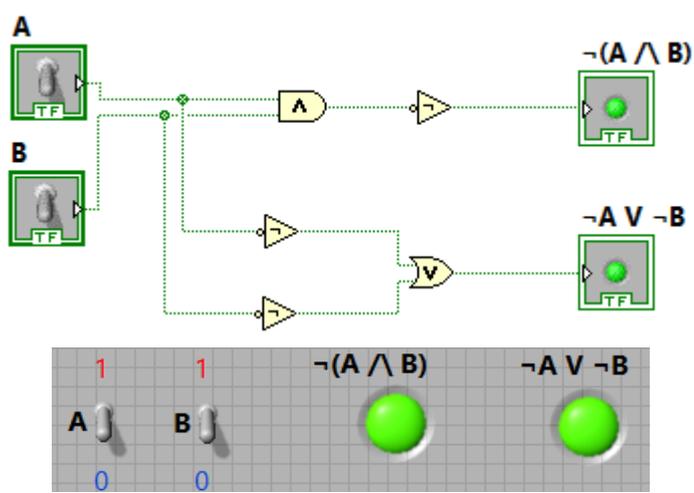
vi) **Законы поглощения:**

$$A \wedge (A \vee B) = A$$

$$A \vee (A \wedge B) = A$$

Современная *формальная логика* — наука, изучающая логические формы мышления, операции с ними и законы мышления. Формальная логика отвлекается от конкретного содержания мыслей и от процесса их развития. Она изучает готовые, уже сложившиеся формы и способы построения рассуждений.

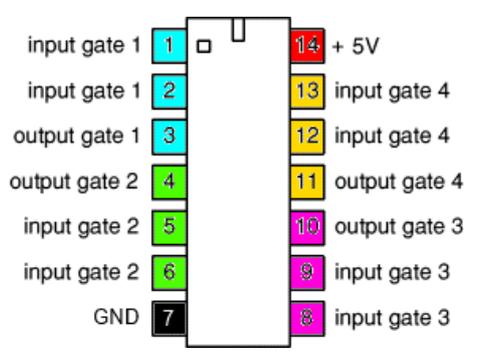
Задание 134. Составьте в LabVIEW блок-диаграмму, наглядно демонстрирующую законы де Моргана.



Задание 135. Составьте в LabVIEW программы, наглядно демонстрирующие все приведенные ранее законы логики.

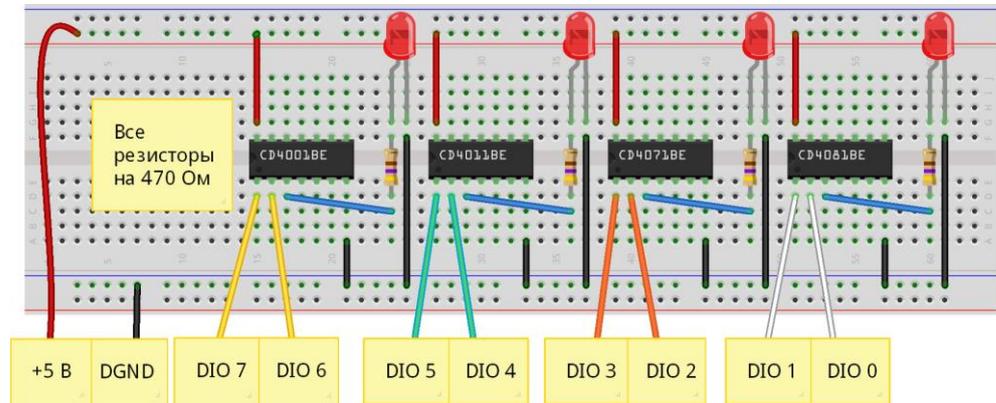
5.6. Микросхемы булевой логики

Вам предложены 5 микросхем булевой логики (CD4081, CD4071, CD4001, CD4011 и CD4030), каждая из которых реализует по 5 логических элементов (gate): «И» (AND), «ИЛИ» (OR), «НЕ-ИЛИ» (NOR), «НЕ-И» (NAND), «Исключающее ИЛИ» (XOR). На рисунке — схема подключения.



Микросхема булевой логики представляет собой несколько логических цепей, совмещенных на одном чипе.
AND — выход HIGH тогда и только тогда, когда все входы HIGH.
NAND — выход LOW тогда и только тогда, когда все входы HIGH.
OR — выход LOW тогда и только тогда, когда все входы LOW.
NOR — выход HIGH тогда и только тогда, когда все входы LOW.
XOR — выход HIGH, когда только один вход LOW.

Задание 136. Ваша задача определить, какая микросхема каким логическим элементам соответствует. Составьте указанную ниже схему. Проанализируйте подключения. Далее оставьте программу в LabVIEW, которая с помощью логических кнопок управляет выходами DIO 0, ... DIO 7. Составьте таблицы истинности для каждого элемента.



5.7. Штрих Шеффера и стрелка Пирса

Введенная в 1913 году Генри Шеффером, эта бинарная логическая операция, обозначаемая « \downarrow », задается следующей таблицей истинности:

ВХОД		ВЫХОД
A	B	$A \downarrow B$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Элемент «NAND» как раз и реализует штрих Шеффера.

Бинарная логическая операция Стрелка Пирса, обозначаемая « \uparrow », была введена в 1880–1881 годах Чарльзом Пирсом и задается следующей таблицей истинности:

ВХОД		ВЫХОД
A	B	$A \uparrow B$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Элемент «NOR» реализует стрелку Пирса.

Используя только штрих Шеффера (или только стрелку Пирса) можно построить все остальные логические операции (отрицание, дизъюнкцию, конъюнкцию и др.).

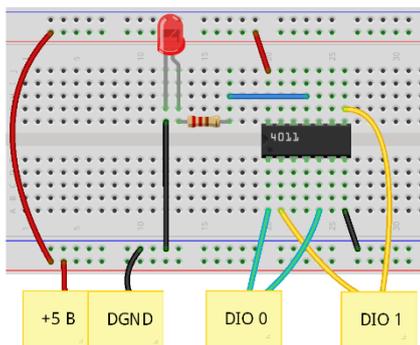
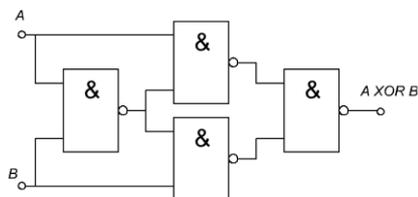
В электронике это означает, что для реализации всего многообразия схем преобразования сигналов, представляющих логические значения, достаточно одного типового элемента.

1962 — год рождения микроэлектронной промышленности одновременно в США и СССР. Началось серийное производство интегральных схем. В США первыми, кто реализовал идею интегральных схем (элементы схемы должны быть интегрированы в одну микросхему), были Роберт Нойс и Джек Килби. В нашей стране первую интегральную схему, реализующую логическую функцию «НЕ-ИЛИ», сделал инженер Рижского завода полупроводниковых приборов Юрий Валентинович Осокин. Осенью 1962 года в СССР была выпущена первая партия микросхем «Р12-2». Первыми заказчиками были создатели ЭВМ «Гном» для бортовой самолетной системы «Купол» и военно-морских и гражданских АТС (ЭВМ «Гном» до сих пор работают в самолетах «Ил-76»).



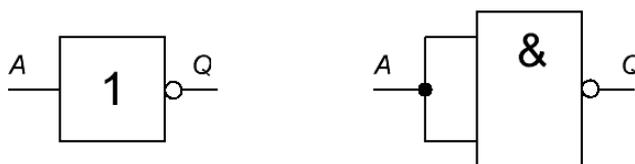
**Юрий Валентинович
Осокин
1937-2013**

Задание 137. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NAND», реализующую логическую операцию «XOR» (исключающее ИЛИ). Проверьте правильность работы, используя для этого виртуальный прибор.

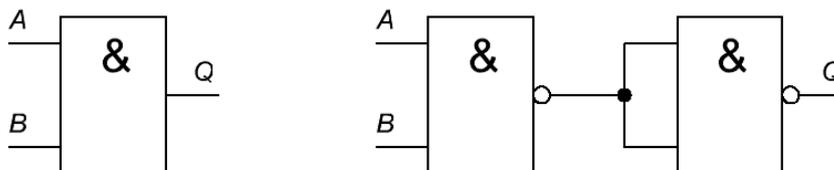


На схеме указаны не все соединения. Схему расположения входов (input) и выходов (output) логических вентилей (gate) смотрите на странице 135. Для удобства подпишите все номера контактов логических вентилей на схеме.

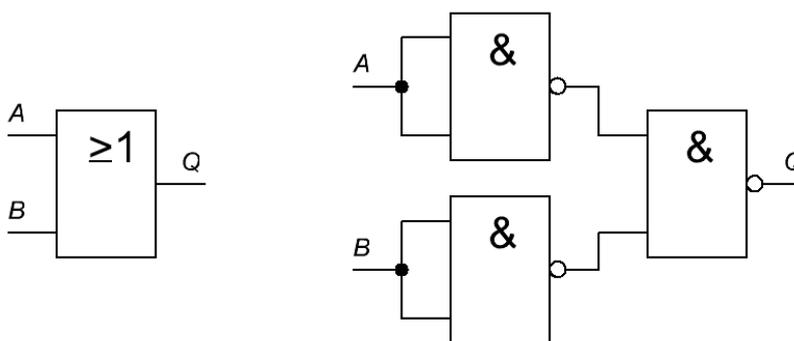
Задание 138. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NAND», реализующую логическую операцию отрицание.



Задание 139. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NAND», реализующую логическую операцию конъюнкции.



Задание 140. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NAND», реализующую логическую операцию дизъюнкции.



Задание 141. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NOR», реализующую логическую операцию отрицание.

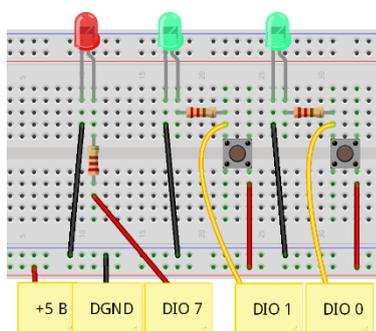
Задание 142. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NOR», реализующую логическую операцию конъюнкции.

Задание 143. Создайте электрическую цепь на основе элемента «NOR», реализующую логическую операцию дизъюнкции.

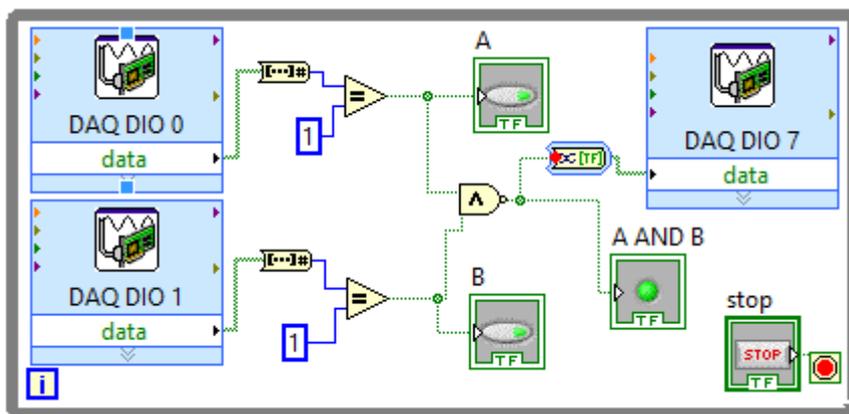
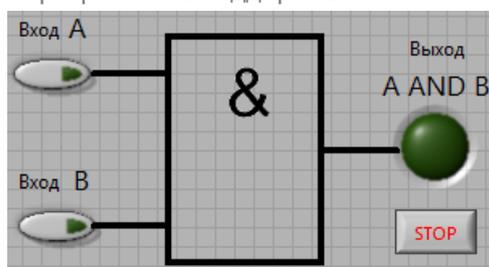
5.8. Программно-аппаратный комплекс по изучению логических операций Штрих Шеффера и Стрелка Пирса

Перед тем как создать программно-аппаратный комплекс по изучению логических операций Штрих Шеффера и Стрелка Пирса (т.е. работы элементов NAND и NOR), используя компьютер, myDAQ и LabVIEW, попробуем соорудить наглядный стенд для демонстрации логической операции «конъюнкция». В качестве входов будем использовать кнопки-переключатели, в качестве выхода — светодиод.

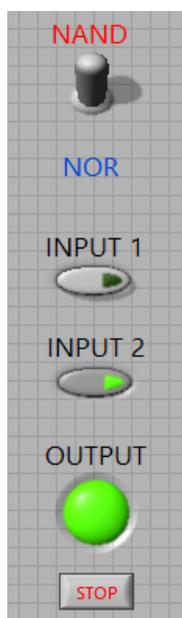
Задание 144. Составьте схему и программу, используя нижеприведенные иллюстрации. Демонстрируя работу вашего стенда, расскажите о логической операции «конъюнкция».



На лицевую панель можно добавлять рисунки. Прозрачность поддерживается.

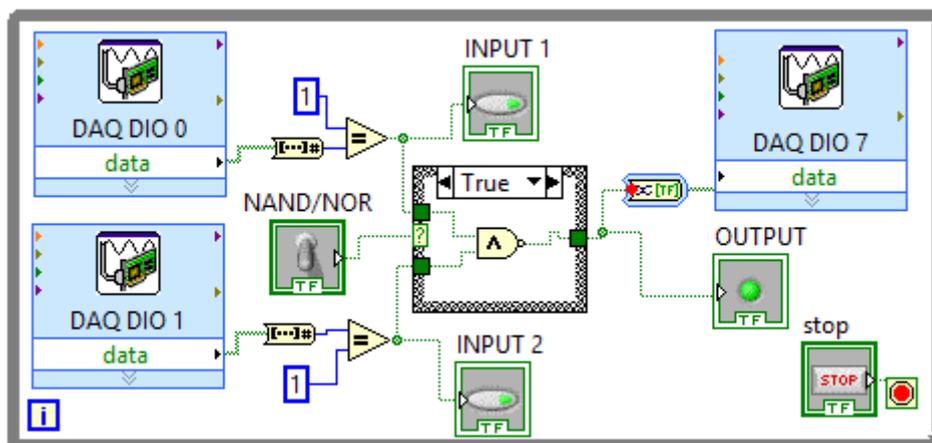


Задание 145. Составьте схему и программу, используя нижеприведенные иллюстрации. Наглядно демонстрируя работу вашего комплекса, расскажите о логических операциях NAND и NOR. Попробуйте улучшить программу (и схему).



Двойным щелчком вызовите редактор иконок и обязательно создайте свою иконку.

Каждый элемент на лицевой панели находится на своем слое, а значит, элементы могут накладываться друг на друга. Упорядочить, изменить порядок наложения объектов поможет меню «Reorder»



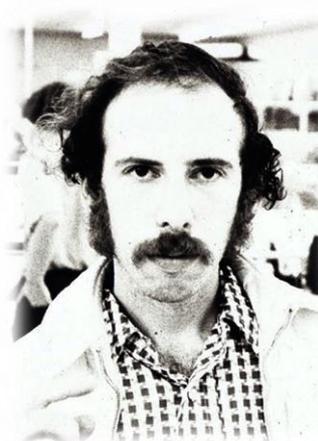
«True» соответствует логическому элементу NAND, а «False» — NOR.

5.9. Новации и инновации

В последние 10 лет слово «инновация» — самое популярное во всех средствах массовой информации. *Инновация* (innovation — нововведение) — новшество (новация), обеспечивающее рост эффективности процессов (качества продукции), востребованное рынком.

Задание 146. Аналогично предыдущему заданию, создайте схему и программу, наглядно демонстрирующие таблицы истинности всех логических элементов. Создайте новый аппаратно-программный образовательный комплекс для изучения темы «Логика. Логические основы компьютера». Используя ваш комплекс, расскажите о логических операциях.

Джеф Раскин — специалист по компьютерным интерфейсам, сотрудник № 31 фирмы Apple Computer. В 1979 году Раскин был инициатором проекта «Macintosh» — нового компьютера «все в одном», ориентированного на рядового пользователя. В 2000 году была издана книга Джефа Раскина «The Humane Interface», посвященная проблемам взаимодействия человека с машиной и разработке интерфейса с учетом принципов когнитивной психологии — раздела психологии, изучающего познавательные процессы человеческого сознания (исследования в этой области обычно связаны с вопросами памяти, внимания, чувств, представления информации, логического мышления, воображения, способности к принятию решений).



Джеф Раскин
1943–2005

Создав комплекс, вы могли почувствовать себя новатором — человеком, открывшим или создавшим новшество (новацию) или внесшим новые идеи в какой-нибудь области. Так как в вашем классе сейчас таких новаций не менее десяти, то необходимо сравнить их.

Задание 147. Сравните работы. Выявите интересные идеи. Объединив все лучшее, усовершенствуйте ваш комплекс.

Сложно ли добиться, чтобы ваша идея стала в итоге инновацией? Если учесть, что инновация — всегда результат интеллектуальной деятельности человека, творческого процесса, его фантазии, открытий, изобретений, рационализации, то можно смело говорить: **все зависит только от вас**. Однако, инновации должны обладать не только новизной, но удовлетворять рыночному спросу и приносить прибыль. В редчайших случаях одному человеку удается успешно совместить роли новатора и инноватора.

5.10. Профессионализм

Все мы хотим стать профессионалами в своем деле, добиваться успеха. Как ни странно, это может прозвучать, но это не такой уж и тернистый путь. Формируйте в себе следующие пять основных компетенций:

- *концептуальное понимание* — понимание концепций, операций и отношений;
- *операционная свобода* — навыки гибкого и аккуратного выполнения операций;
- *стратегическая компетенция* — способность формулировать, представлять и решать проблемы;
- *адаптивное осмысление* — логическое мышление, рефлексия, объяснение и аргументация;
- *продуктивное сознание* — рассматривать предмет как полезный и ценный наряду с верой в свою эффективность.

Приведите примеры заданий, в которых вам приходилось использовать все 5 основных компетенций.

Всеволод Сергеевич Бурцев — российский ученый в области систем управления. В 1961–1968 гг. под его руководством были разработаны компьютеры для построения боевых комплексов противоракетной обороны (ПРО), которые сыграли важнейшую роль при заключении в 1972 году договора с США по ограничению ПРО. В 1969–1972 годах Бурцев руководил созданием бортовых вычислительных машин для зенитно-ракетного комплекса С-300. Это была трехпроцессорная ЭВМ, построена по модульному принципу: процессор, память, устройство управления внешними связями. Комплексы С-300 до настоящего времени стоят на боевом дежурстве и продаются в другие страны.



**Всеволод
Сергеевич
Бурцев**
1927–2005

5.11. Полусумматор и сумматор

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) — блок процессора, который под управлением устройства управления (УУ) служит для выполнения арифметических и логических преобразований над данными, представленными в виде двоичных кодов.

АЛУ обязательно содержит в своем составе такие элементы как сумматоры, которые позволяют складывать двоичные числа. Используя логические вентили, можно сконструировать двоичный сумматор.

Вспомните правила сложения двоичных чисел.

$$\begin{array}{r} + 0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 0 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 1 \\ \hline 0 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 1 \\ \hline 1 \\ 0 \end{array}$$

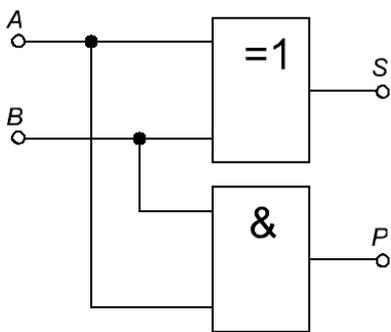
5.11.1. Полусумматор

Все комбинации запишем в таблицу. Пока не будем обращать внимание на перенос 1 (P) и рассмотрим только, как формируется сумма (S) текущего разряда. Это вентиль XOR (исключающее ИЛИ).

A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Рассмотрим, когда есть перенос 1 в следующий разряд (P): если два слагаемых равны единице. Это вентиль AND (И).

Следовательно, сложение в пределах одного разряда можно реализовать следующей схемой, которая называется *полусумматором*.



A — первое слагаемое;
B — второе слагаемое;
S — сумма разряда;
P — перенос в следующий разряд.

Полусумматор — это цепь, которая вырабатывает сигналы суммы (S) и переноса (P) при сложении двух двоичных чисел A и B. У полусумматора два входа (для слагаемых) и два выхода (для суммы и переноса).

Задание 148. На основе микросхем логики самостоятельно соберите схему, демонстрирующую работу полусумматора.

Зарисуйте полученную схему.

Задание 149. К созданной вами схеме, самостоятельно составьте виртуальный прибор, демонстрирующий работу полусумматора. Расскажите о работе полусумматора.

Зарисуйте полученную блок-диаграмму.

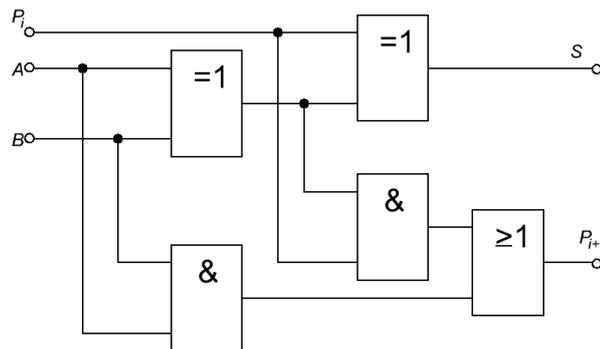
5.11.2. Сумматор

В отличие от полусумматора, сумматор учитывает перенос из предыдущего разряда, поэтому имеет три входа. Чтобы учесть перенос, приходится использовать два полусумматора.

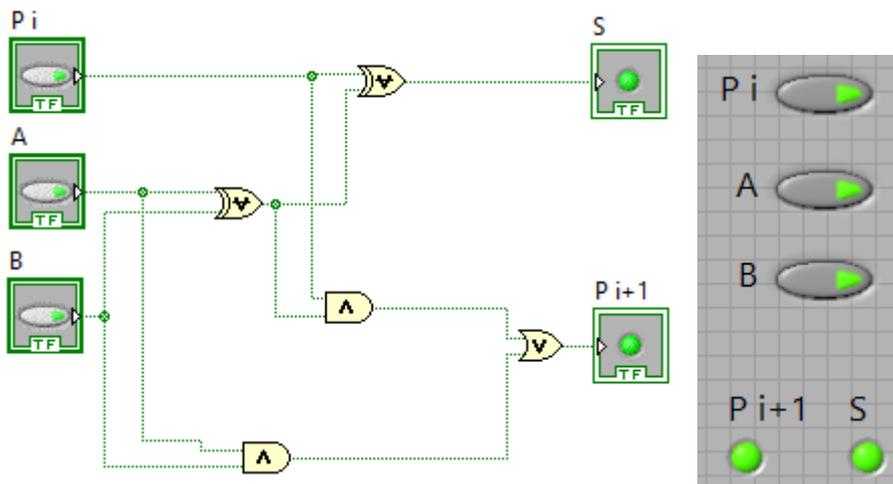
Работу данной схемы при всех возможных входных значениях можно описать следующей таблицей истинности.

A	B	P _i	S	P _{i+1}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

A — первое слагаемое;
 B — второе слагаемое;
 S — сумма разряда;
 P_i — перенос из младшего разряда;
 P_{i+1} — перенос в старший разряд.



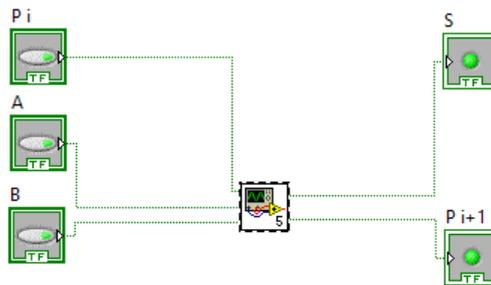
Задание 150. Создайте виртуальный прибор и исследуйте работу сумматора.



5.11.3 Подприборы (Sub VI)

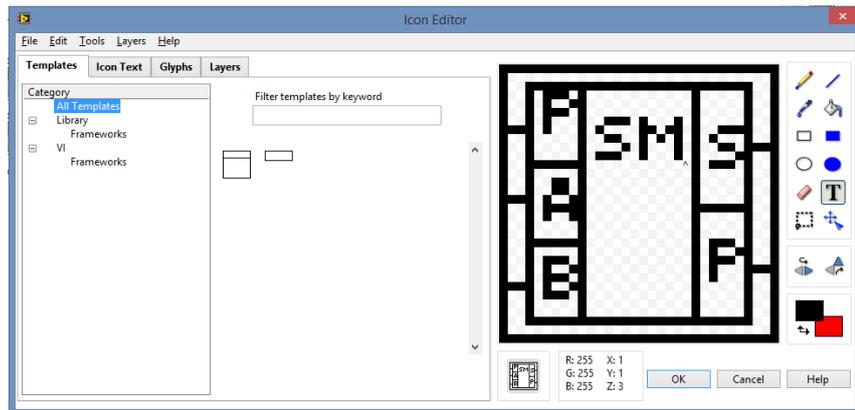
Как вы поняли, ничего сложного в работе сумматора нет, если складывать только 0 и только 1. А как сложить, например, два трехзначных двоичных числа? Для реализации этой задачи понадобится понятие *виртуального подприбора* (Sub VI), т.е. прибора, который выполняется внутри другого прибора. Создать его просто.

1. Выделите все элементы на блок диаграмме (Ctrl+A).
2. Меню Edit → Create SubVI.



Ваша программа немного изменилась: появился виртуальный подприбор, у которого 3 входа и 2 выхода. Это как раз сумматор. Мы можем скопировать его и использовать столько раз, сколько необходимо.

3. Сделайте двойной щелчок по иконке подприбора .
4. В открывшемся окне отредактируйте иконку нового подприбора. Например, следующим образом:

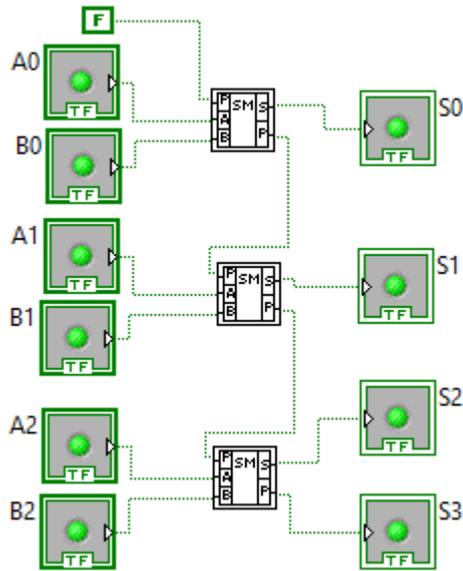


Теперь ваш подприбор будет выглядеть примерно так:

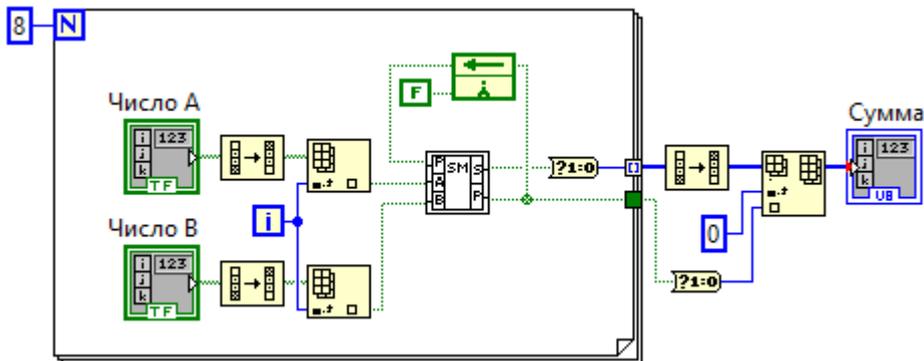
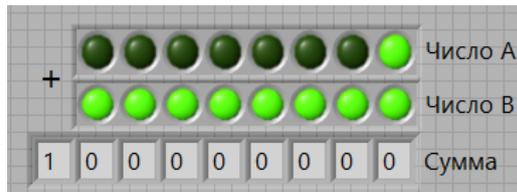
5. Не забудьте подприбор сохранить. В вашей папке с программой теперь будет еще и файл .vi с подприбором.

Задание 151. Создайте виртуальный прибор демонстрирующий сложение двух трехзначных чисел с помощью сумматоров. Исследуйте его работу.

Несложно продемонстрировать и принцип сложения двух восьмиразрядных двоичных чисел.



Задание 152. Создайте виртуальный прибор, демонстрирующий сложение двух восьмиразрядных чисел с помощью сумматоров. Исследуйте его работу.



5.12. Триггер

Память (устройство, предназначенное для хранения данных и команд) является важной частью компьютера. Можно сказать, что она его и определяет: если вычислительное устройство не имеет памяти, то оно уже не компьютер.

Элементарной единицей компьютерной памяти является бит. Поэтому требуется устройство, способное находиться в двух состояниях, т.е. хранить единицу или ноль. Также это устройство должно уметь быстро переключаться из одного состояния в другое под внешним воздействием, что дает возможность изменять информацию. Ну и наконец, устройство должно позволять определять его состояние, т.е. предоставлять во вне информацию о своем состоянии. Устройством, способным запоминать, хранить и позволяющим считывать информацию, является *триггер*.

Триггер — элементарная ячейка оперативной памяти.

Михаил Александрович Бонч-Бруевич — талантливый инженер-изобретатель и выдающийся ученый, является первым радиофикатором Советского Союза, основатель отечественной радиоламповой промышленности. Михаил Александрович написал и опубликовал свыше 80 научных трудов и книг. Им запатентовано и передано промышленности около 60 изобретений. Необходимо отметить большую роль Бонч-Бруевича в области техники коротких волн, где он также был пионером и инициатором применения их для коммерческой радиосвязи.

В 1918 году М. А. Бонч-Бруевич предложил схему переключающего устройства, имеющего два устойчивых рабочих состояния, под названием «катодное реле». Это устройство впоследствии было названо триггером.



**Михаил Александрович
Бонч-Бруевич**
1888–1940

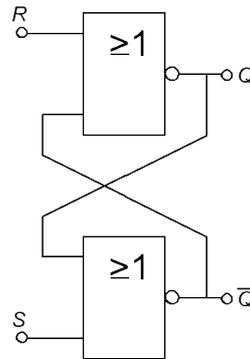
Термин «триггер» происходит от английского слова «trigger» — защелка. Разнообразие триггеров весьма велико.

5.12.1. RS-триггер

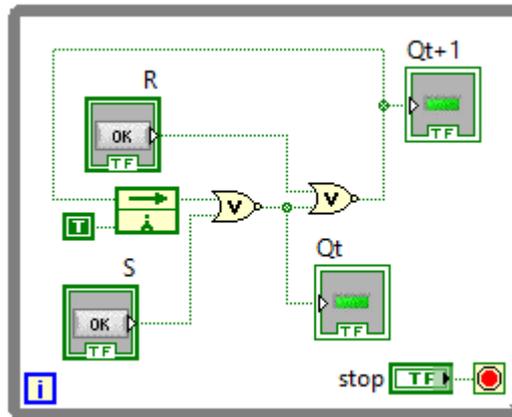
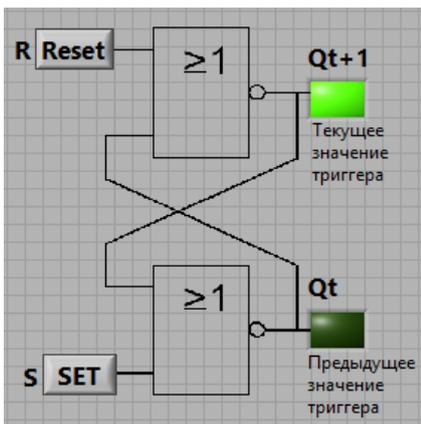
Наиболее простой из них RS-триггер. S в названии — от английского «Set» (установить) — это вход в RS-триггере для установки «1». R — от «Reset» (сброс) — это вход в RS-триггере для установки «0».

Триггер может быть собран либо из двух вентилей «ИЛИ-НЕ» (NAND), либо из двух «И-НЕ» (NOR). Мы выберем второй вариант.

RS-триггер «запоминает», на какой его вход подавался сигнал, соответствующий единице, в последний раз. Если сигнал был подан на S-вход, то триггер на выходе постоянно «сообщает», что хранит единицу. Если сигнал, соответствующий единице, подан на R-вход, то триггер на выходе Q_{t+1} имеет 0. Q_{t+1} — это прямой выход триггера: сигнал соответствует записанной в триггер информации. Q_t — инверсное состояние Q_{t+1} .

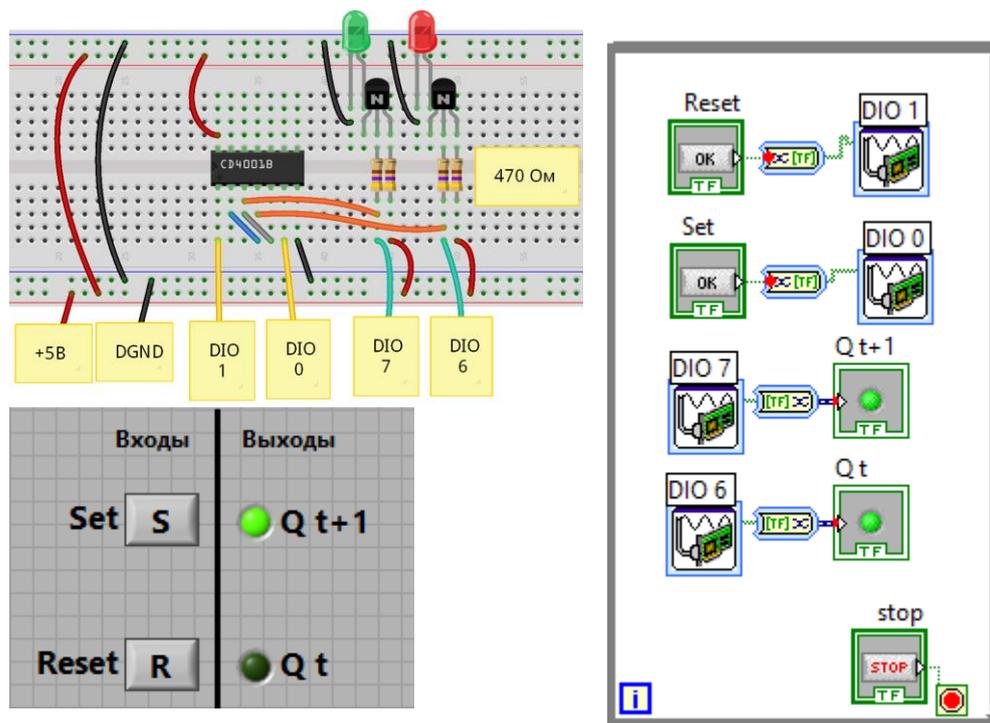


Задание 153. Создайте виртуальный прибор, демонстрирующий работу триггера. Рассмотрите его режимы работы.

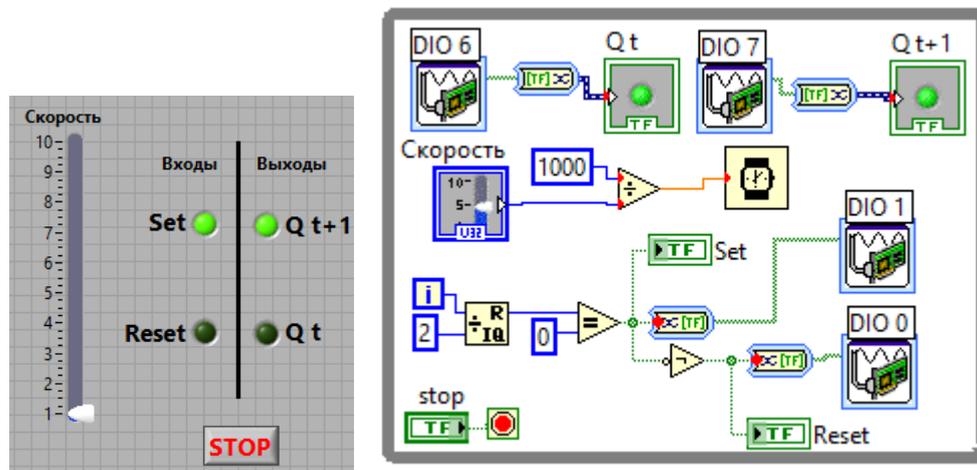


Для обозначения этой схемы часто употребляется термин «flip-flop» (хлопа-нье). Это название электронной схемы подчеркивает ее способность почти мгновенно переходить из одного электрического состояния в другое. RS-триггер имеет два установочных входа (R и S) и изменяет состояние только при воздействии сигнала на определенный вход. При повторном воздействии на тот же вход триггер не изменяет состояния. RS-триггер является базовым при создании более сложных триггеров.

Задание 154. Создайте стенд для демонстрации работы RS-триггера. Ознакомьтесь с описанием микросхемы CD 4001BE.

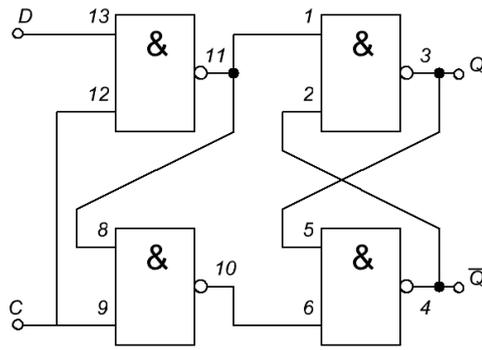


Задание 155. Чтобы лучше понять принцип работы триггера, создайте виртуальный прибор, регулирующий скорость переключения, в каком состоянии находится триггер (электрическую схему не изменяйте).



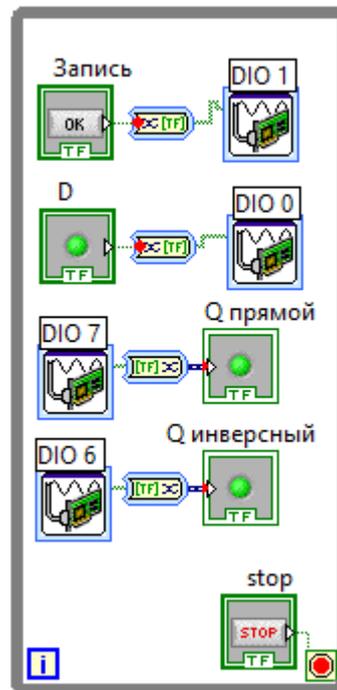
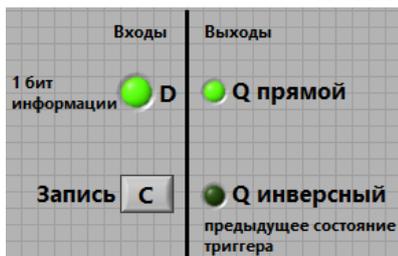
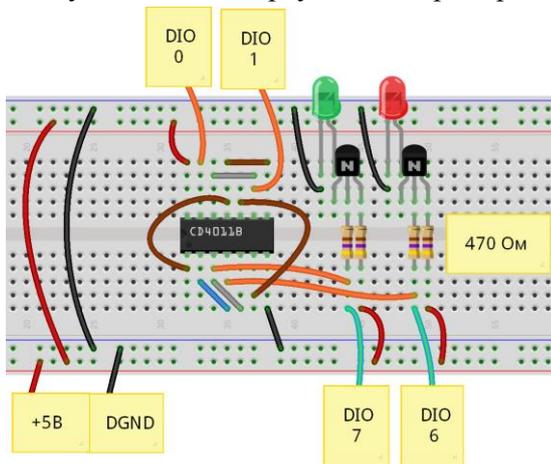
5.12.2. D-триггер

Наибольшее распространение в цифровых устройствах получили RS-триггер с двумя установочными входами, тактируемый D-триггер и счетный T-триггер. Рассмотрим второй из них. Одна из возможных схем показана справа. Цифры — это номера контактов микросхемы CD4011BE, содержащей как раз 4 логических вентиля NAND («ИЛИ-НЕ»).



D — это информационный вход: на него подается информация, предназначенная для занесения в триггер. C — вход синхронизации (импульс дает команду записи значения из D в триггер). На выходе Q — текущее значение триггера. Второй выход (инверсный) — предыдущее состояние триггера.

Задание 156. Ознакомьтесь с описанием микросхемы CD4011BE. Соберите схему и создайте виртуальный прибор для изучения работы D-триггера.



Триггеры применяются не только как самостоятельные устройства, но также являются основными элементами более сложных цифровых устройств, таких как, например, счетчики и регистры, поэтому понимание принципов работы триггеров является очень важным.

Обратите внимание, что D-триггер осуществляет задержку информации, поступающей на вход D, и записывает новую из входа D только по команде управления из входа C. Эта информация хранится в D-триггере, пока не придет следующий 0 или 1, т.е. следующий бит информации. **D-триггер — это ячейка памяти.**

Поскольку один триггер запоминает 1 бит информации, то для запоминания 1 байта (8 бит) нужно 8 триггеров, для запоминания 1 килобайта (1024 байтов) понадобится 8192 триггеров. Современные микросхемы оперативной памяти способны запоминать тысячи мегабайтов информации.

5.13. Регистры памяти

Регистры — это функциональные узлы на основе триггеров, предназначенные для приема, кратковременного хранения (на один или несколько циклов работы устройства), передачи и преобразования цифровой информации. В зависимости от способа записи информации (кода числа) различают параллельные регистры, последовательные (сдвиговые).

Запись кода в параллельные регистры осуществляется во все разряды регистра одновременно. Их функция сводится только к приему, хранению и передаче информации. В связи с этим параллельные регистры называют *регистрами памяти*.

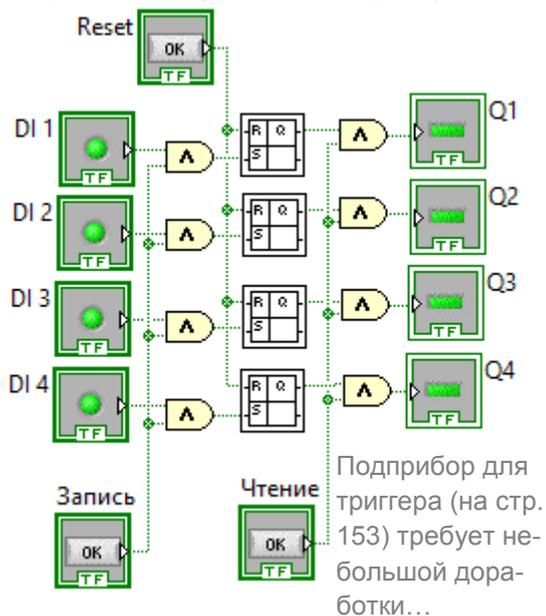
Как вы уже знаете, вся информация в цифровой технике кодируется и хранится в виде двоичного числа, которое, в свою очередь, состоит из некоторого количества двоичных разрядов. Регистр должен обеспечить возможность записи, хранения и считывания всех разрядов двоичного числа на протяжении всего времени работы устройства.

Регистры реализуются с помощью D-триггеров. Однако, в качестве примера рассмотрим схему 4-разрядного параллельного регистра, построенного на RS-триггерах.

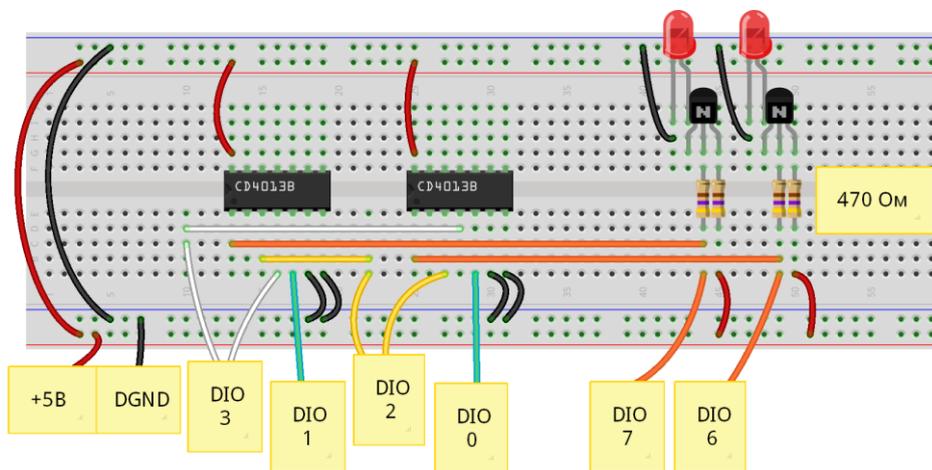
Задание 157. Создайте виртуальный прибор, демонстрирующий работу параллельного 4-разрядного регистра.



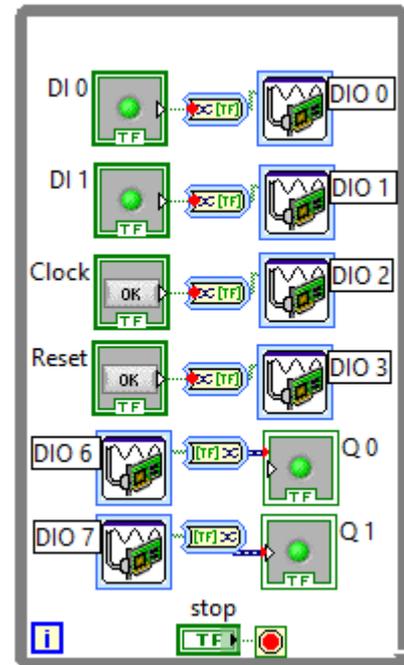
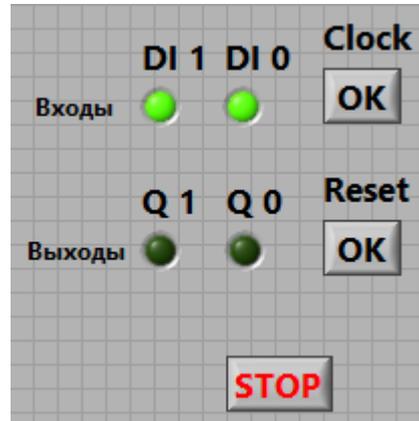
Обратите внимание: на блок-схеме 4 разных виртуальных подприбора.



Задание 158. Изучите документацию на микросхему CD4013B. Создайте схему и виртуальный прибор, демонстрирующий работу параллельного 2-разрядного регистра (основанного на D-триггерах).



D триггеры широко используют в качестве регистров памяти, объединяя их в параллельные группы необходимой разрядности.



Задание 159. Создайте схему и виртуальный прибор, демонстрирующий работу параллельного 4-разрядного регистра.

Триггеры и регистры сохраняют свою память только до тех пор, пока на них подается напряжение. Иначе говоря, они являются *оперативной памятью*.

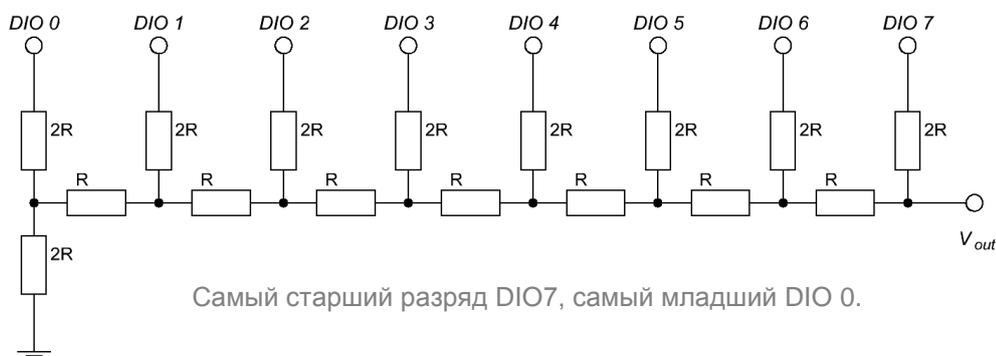
В современных компьютерах микроскопические транзисторы в кристалле интегральной схемы сгруппированы в системы вентилях, выполняющих операции над двоичными числами. С их помощью построены описанные выше двоичные сумматоры, позволяющие складывать многозначные двоичные числа, производить вычитание, умножение, деление и сравнение чисел между собой. Логические вентиля, действуя по определенным правилам, управляют движением данных и выполнением инструкций в компьютере.

6. Что вы теперь можете

6.1. ЦАП R-2R

Итак, для преобразования цифрового сигнала в аналоговый, используют устройства под названием цифро-аналоговые преобразователи. Как правило, они существуют в виде отдельных микросхем. Существует несколько способов построения ЦАП, мы рассмотрим один из наиболее простых и распространенных.

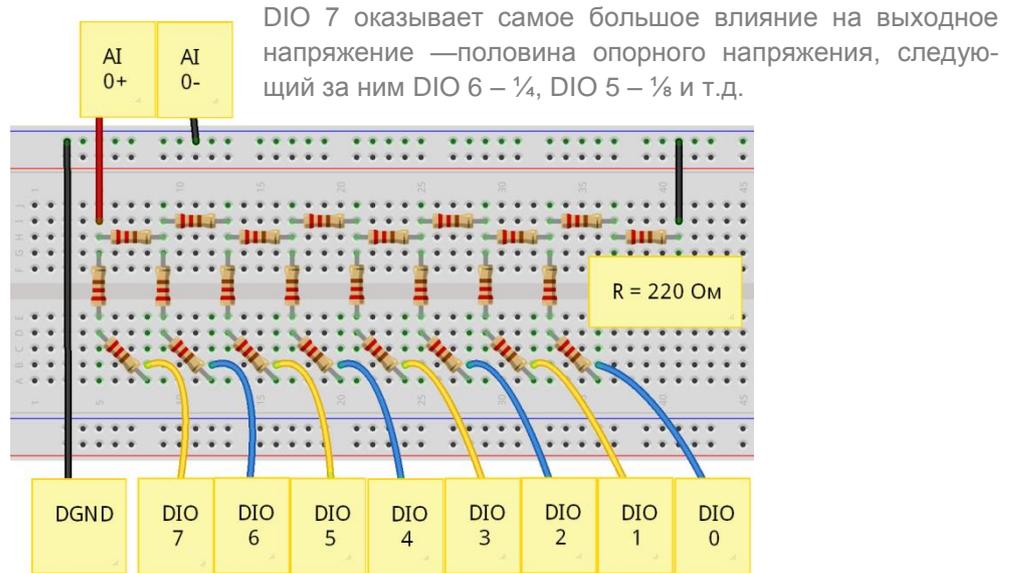
Попробуем сделать ЦАП самостоятельно. Из обычных резисторов. Называется такой ЦАП — «R-2R». Суть его в том, что каждый его вход имеет свой вес в вольтах, которые потом складываются, образуя сумму на выходе.



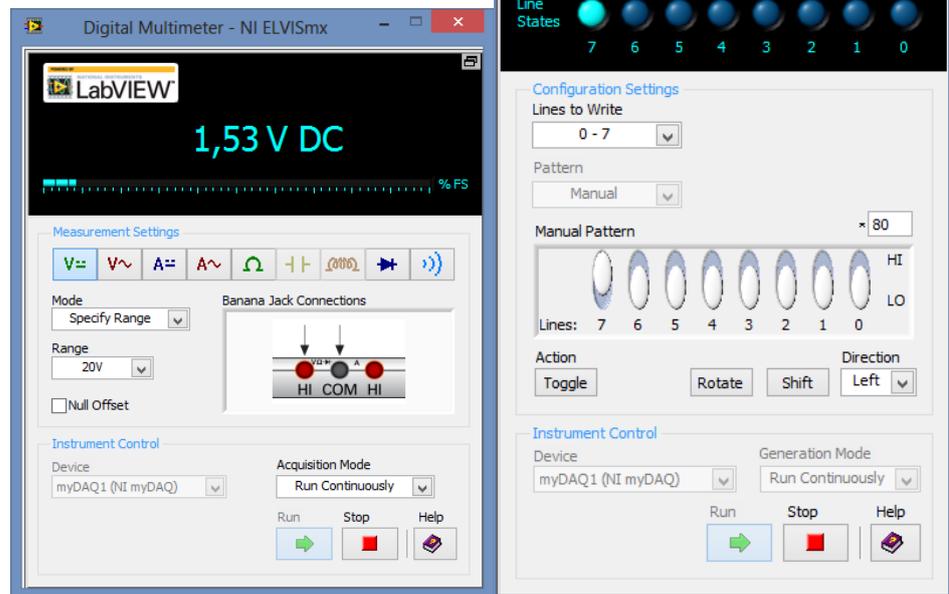
Разные двоичные коды на входах приводят к появлению на выходе напряжения, прямопропорционального поданному коду. ЦАП может выдавать 256 значений (уроней), т.е. это 8-битный ЦАП.

DIO 7	DIO 6	DIO 5	DIO 4	DIO 3	DIO 2	DIO 1	DIO 0	Уровень
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	2
...								
1	0	0	0	0	0	0	0	128
...								
1	1	1	1	1	1	1	1	255

Задание 160. Соберите схему ЦАП R-2R. Проверьте работоспособность, управляя цифровыми выходами myDAQ, проводя мультиметром измерения напряжения на выходе. Заполните таблицу.

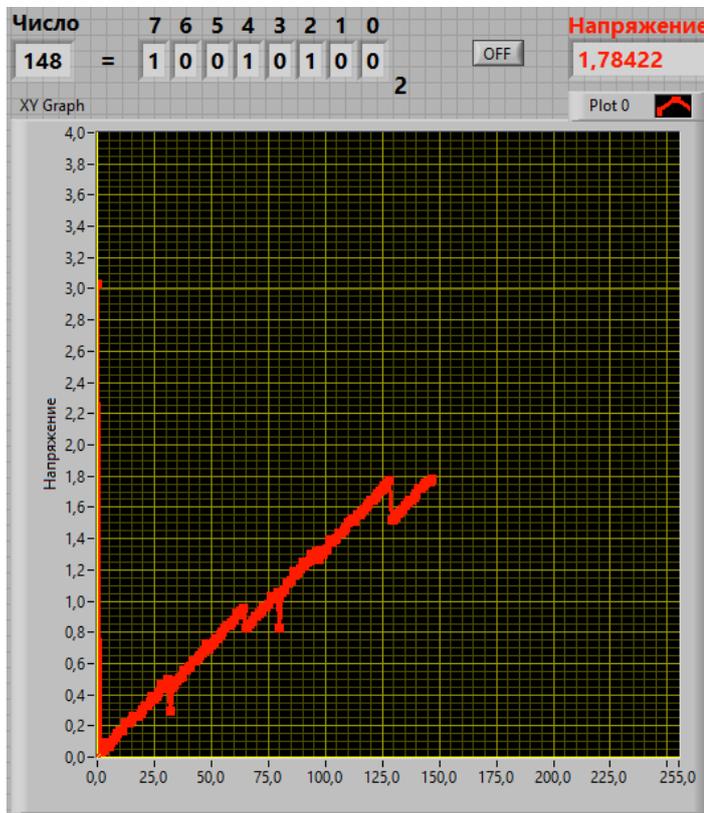


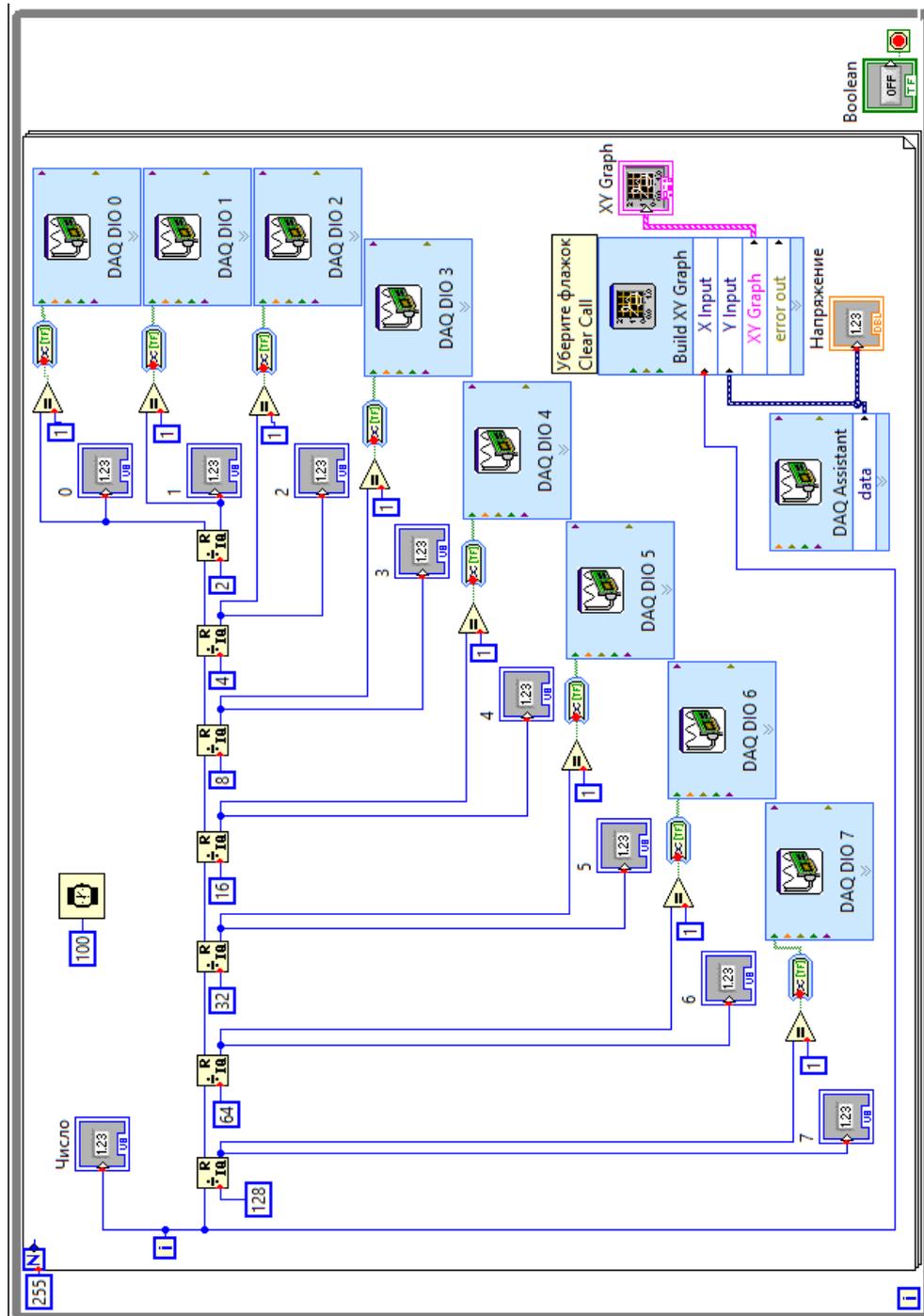
DIO 7.. DIO 0 — это входы ЦАП. Их можно комбинировать как бинарный код.



DIO 7	DIO 6	DIO 5	DIO 4	DIO 3	DIO 2	DIO 1	DIO 0	Напряжение
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	1	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	1	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	

Задание 161. Напишите программу, наглядно демонстрирующую процесс преобразования цифрового сигнала в аналоговый, т.е. реализующую цифро-аналоговый преобразователь.

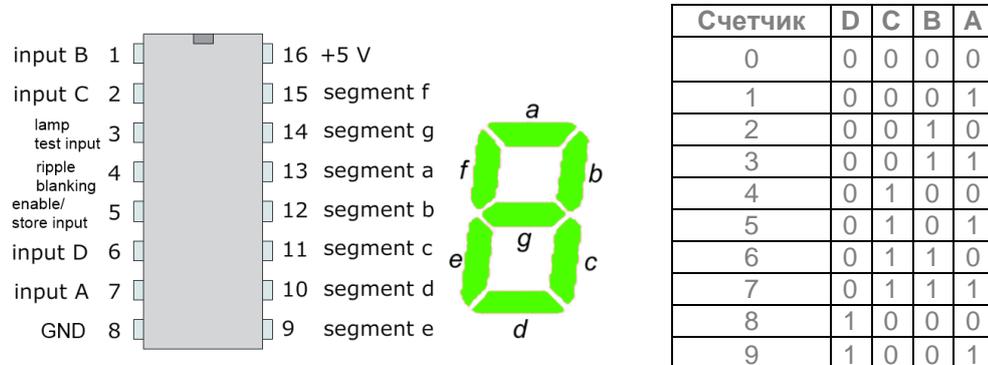




6.2. 7-сегментный драйвер CD4511

Семисегментные индикаторы применяются для вывода цифровых и буквенных данных. Для управления применяются микросхемы, которые переводят код, состоящий из 4 бит, в семисегментный вид.

Одна из серии таких микросхем декодирования — интегральная схема CD4511.



На вход микросхемы подается четырехразрядное двоично-кодированное десятичное число, после чего сигналы через соответствующие выходы отображаются на индикаторе. Разряды обозначаются от младшего к старшему: А, В, С, D. Например, двоичная комбинация 0000 соответствует нулю на индикаторе. Код 0001 приведет к отображению цифры «1», и так далее.

Для работы каждого сегмента индикатора необходим отдельный токоограничивающий резистор.

Соответствие контактов:

A → DIO 0

B → DIO 1

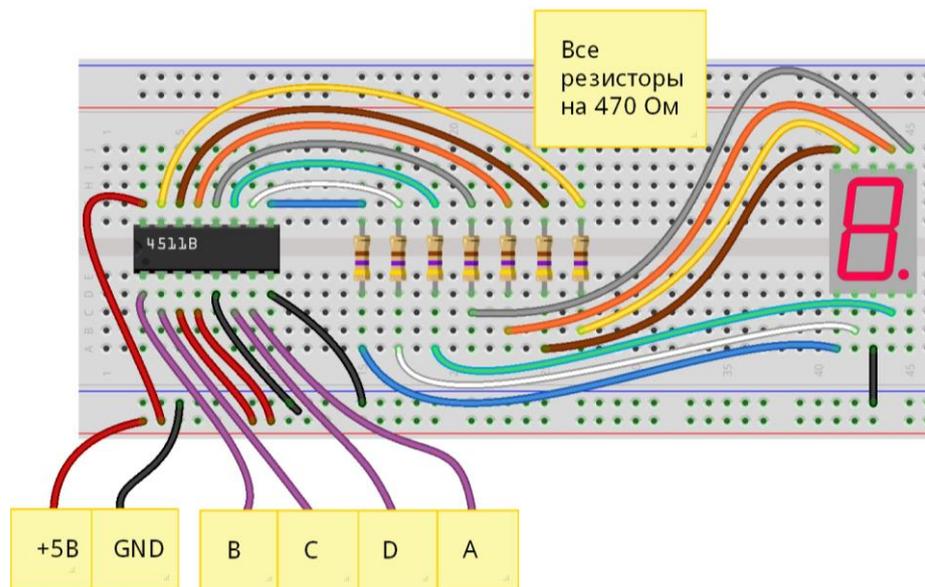
C → DIO 2

D → DIO 3

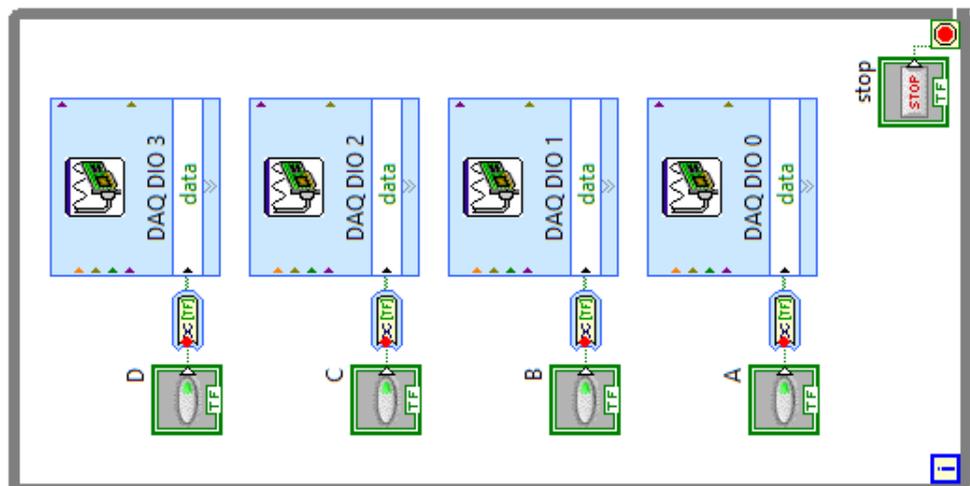
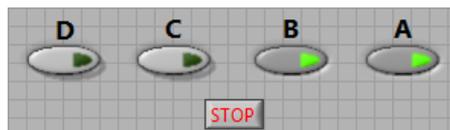
Задание 162. Соберите схему управления 7-сегментным индикатором с помощью myDAQ. Чтобы проверить, что все индикаторы горят, — отключите напряжение с контакта «lamp test input».

0123456789

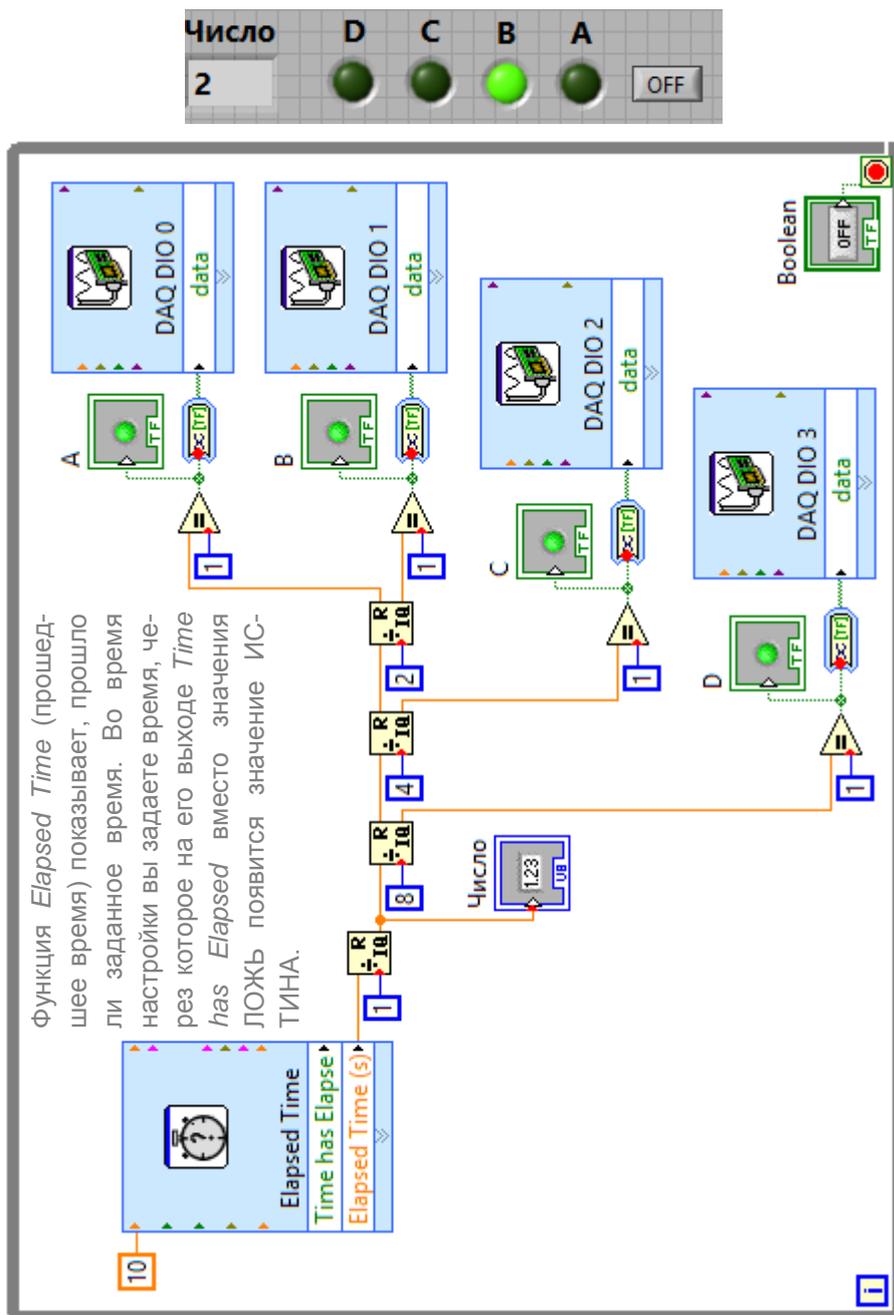
Микросхема 4511В разработана для индикации указанных выше цифр.



Задание 163. Составьте программу для проверки правильности подключения 7-сегментного индикатора: чтобы с помощью 4 кнопок на виртуальном приборе выставлять числа от 0 до 9 на индикаторе.



Задание 164. Составьте программу «Счетчик»: каждую секунду автоматически меняется индикация (от 0 до 9) и на лицевой панели виртуального прибора, и на самом 7-сегментном индикаторе.

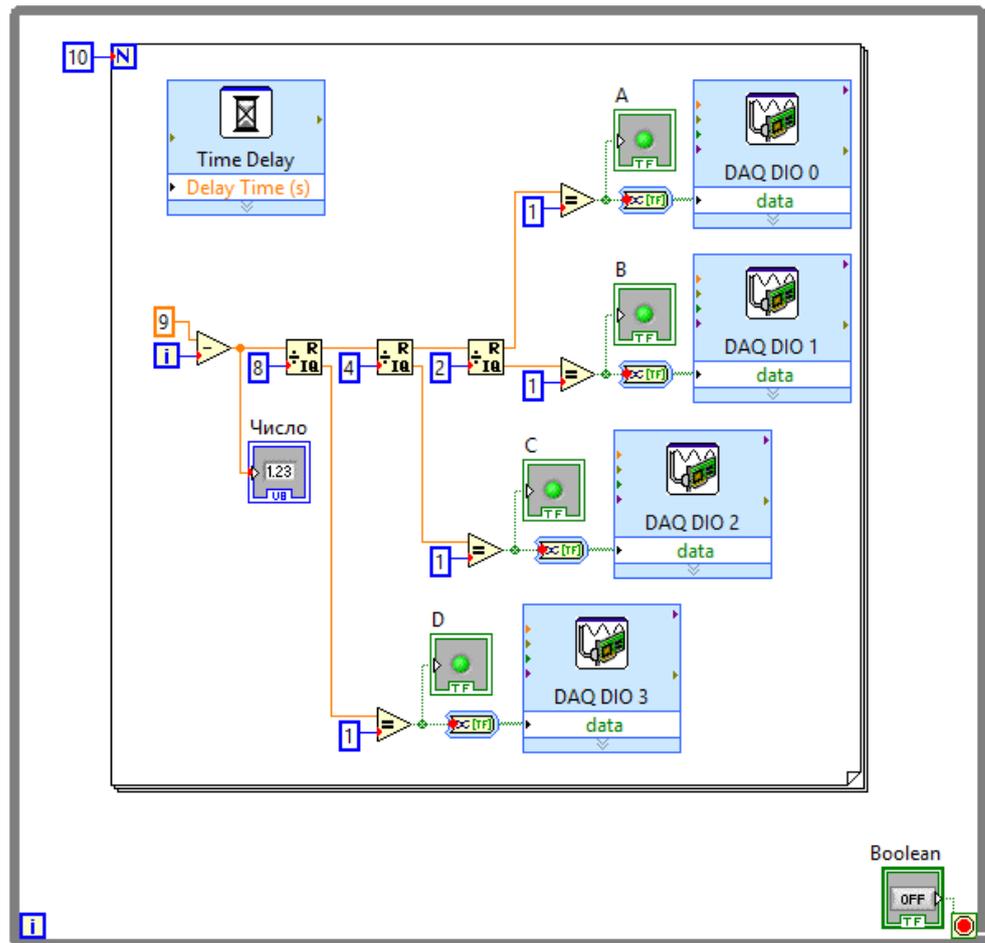


Задание 165. Составьте программу «Обратный счетчик»: каждую секунду автоматически меняется индикация (от 9 до 0) и на лицевой панели виртуального прибора, и на самом 7-сегментном индикаторе.

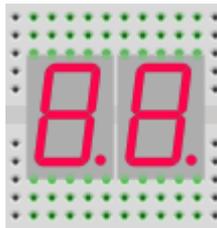
Подсказка:
 $9 = 9 - 0;$
 $8 = 9 - 1;$
 \dots
 $0 = 9 - 9.$

Задание 166. Внимательно проанализируйте работу программы и работу индикатора, найдите недостатки в работе, представьте идеи, как можно улучшить программу, и постарайтесь реализовать ваши идеи.

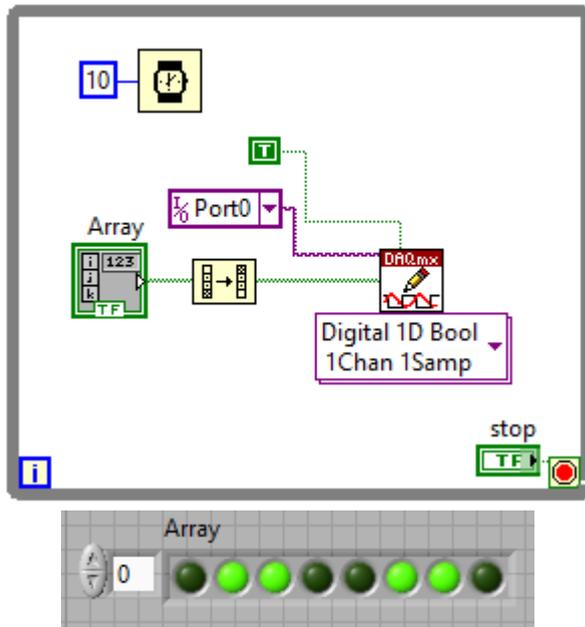
Задание 167. Внимательно проанализируйте работу указанной ниже программы, реализующей обратный счетчик (с 7-сегментным индикатором).



Задание 168. Используя два 7-сегментных индикатора и другие необходимые компоненты, соберите схему и составьте программу-счетчик от 0 до 99.



Задание 169. Создайте таймер, рассчитанный на 60 секунд. Продумайте возможность остановки и сброса таймера.



6.3. Пионер компьютерной техники

В 1981 году учреждена медаль «Пионер компьютерной техники» (Computer Pioneer) — самая престижная награда Компьютерного сообщества IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers — международная некоммерческая ассоциация специалистов в области техники, мировой лидер в области разработки стандартов по радиоэлектронике и электротехнике). Вручается за выдающиеся достижения в компьютерных науках, притом основной вклад должен быть совершен более 15 лет назад. Среди награжденных:



- *Алексей Андреевич Ляпунов* — разработал теорию операторных методов для абстрактного программирования и основал советскую кибернетику и программирование;
- *Сергей Алексеевич Лебедев* — разработал и построил первый советский компьютер (МЭСМ) и основал советскую компьютерную промышленность;
- *Виктор Михайлович Глушков* — основал первый в СССР Институт Кибернетики, разработал теорию цифровых автоматов и компьютерной архитектуры, а также рекурсивный макроконвейерный процессор. Инициатор и главный идеолог разработки и создания Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации (ОГАС), предназначенной для автоматизированного управления всей экономикой СССР в целом;
- *Георгий Павлович Лопато* — за работу над серией компьютеров «Минск», многомашинными комплексами и семейством мобильных компьютеров РВ;
- *Геннадий Константинович Столяров* — за работу над программным обеспечением компьютеров «Минск», программное обеспечение информационных систем, за распространение и продвижение концепций систем управления базами данных.

Задание 170. Подготовьте доклад на 10 минут, рассказывающий об одном из важных достижений наших ученых, награжденных медалью «Пионер компьютерной техники».

7. Информация к размышлению

7.1. Сделать самому или...

В 60-х годах XX века в СССР возникла необходимость обеспечения программной и аппаратной совместимости при создании ЭВМ: в стране было разработано около 30 различных типов электронно-вычислительных машин, и на тот момент разрыв в компьютерной технике между СССР и США сократился почти до нуля. В декабре 1967 года Министерством радиопромышленности СССР принято решение: за основу для унификации компьютерной техники взять компьютер IBM System/360, а не советскую разработку. Планировалось быстро все скопировать и использовать большое количество готового программного обеспечения. Это было началом отставания отечественной вычислительной техники.

7.2. Сколько стоит информация

9 ноября 2011 года российская автоматическая межпланетная станция «Фобос-Грунт», предназначенная для доставки образцов грунта со спутника Марса — Фобоса, в результате нештатной ситуации осталась на низкой околоземной орбите и 15 января 2012 года сгорела в плотных слоях земной атмосферы. Межведомственная комиссия пришла к выводу, что основной причиной стал выход из строя бортовой цифровой вычислительной машины: тяжелые заряженные частицы поразили 2 микросхемы (маркировка WS512K32V20G24M). 62% микросхем были импортного производства.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике) — международная некоммерческая ассоциация специалистов в области техники еще в 2005 году опубликовала результаты исследования о непригодности данных микросхем для использования в условиях космоса. Цена проекта «Фобос-Грунт» — 5 миллиардов рублей.

Мы уверены, что многие из вас, выбрав соответствующий образовательный профиль, в дальнейшем, продолжив обучение в технических университетах, предпочтут путь первопроходца и новатора.

7.3. Время инициатив

Анатолий Иванович Китов — советский ученый, разработчик электронно-вычислительной техники, доктор технических наук, инженер-полковник.

В 1952 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Программирование задач внешней баллистики ракет дальнего действия» — первую в СССР диссертацию по программированию.

В 1954 году А. И. Китов возглавил созданный им первый в СССР вычислительный центр — ВЦ-1 Министерства обороны СССР. В период 1954–1960 годов именно ВЦ-1 обеспечивал все расчеты, необходимые для полетов советских спутников и межпланетных станций. В 1959 году под руководством А. И. Китова была разработана ЭВМ «М-100», на тот момент самая быстродействующая ЭВМ в СССР.

В 1959 году Анатолий Иванович посылает в ЦК КПСС письмо о необходимости создания автоматизированной системы управления народным хозяйством. Это было первое в мире предложение о создании общегосударственной автоматизированной системы управления экономикой.

Ответ чиновников того времени: «Методы оптимизации и автоматизированные системы управления не нужны, поскольку у партии есть свои методы управления: для этого она советуется с народом, например, созывает совещание стахановцев или колхозников-ударников». Китова исключили из партии, сняли с должности начальника ВЦ-1, уволили из рядов Вооруженных Сил без права занимать руководящие должности.



**Анатолий Иванович
Китов**
1920–2005

7.4. Всему свое время...

Инженер Леонид Иванович Куприянович в 1957 году публично продемонстрировал первый опытный переносной мобильный телефон ЛК-1 весом 3 кг, радиусом действия 20–30 км и временем работы без смены батарей 20–30 часов и базовую станцию к нему. В 1958 году ему удалось довести вес телефона до 500 г. Однако экономические возможности для массового использования мобильных телефонов сложились в мире только к 1990 году.

Инженерная профессия — основа мирового развития. Уровень технического оснащения всегда определял превосходство одной цивилизации над другими.

Если после данного курса у вас появилось желание что-нибудь сделать, как говорят, «руками» — ищите технический вуз, который сможет предоставить возможность раскрыться всему вашему потенциалу.

Если курс вам понравился, но вы по каким-либо причинам не можете оказаться в физико-математическом (информационно-технологическом и т.п.) классе — выбирайте ССУЗ (среднее специальное учебное заведение) технического профиля.

Кадровые агентства все чаще жалуются на нехватку инженерно-технических работников: их требуют возрождающаяся промышленность, строительство, наука, национальные проекты.

Наступает время производства, а значит и время инженеров.



**Леонид Иванович
Куприянович**

8. Творческие проекты

Инженер — от латинского «ingenieur» — творить, создавать, внедрять. Как замечательно сказал Петр Леонидович Капица: «Творчество — это самостоятельное мышление». Вам предстоит придумать и реализовать свой небольшой проект. Именно **СВОЙ**, т.к. найти в сети Интернет готовое решение не удастся, а что и найдете — придется переделать, как говорят, до неузнаваемости.

Однако, чтобы **ИДЕЯ** пришла к вам, необходимо изучить многие источники информации и иметь **ЖЕЛАНИЕ**.

Следующие два проекта «Измеритель пульса» и «Измерение расстояния до объекта с помощью ИК датчика» приведены как примеры проектов и предназначены для небольшого сравнения, чтобы вы могли сказать: «Мой проект будет лучше и интереснее!»

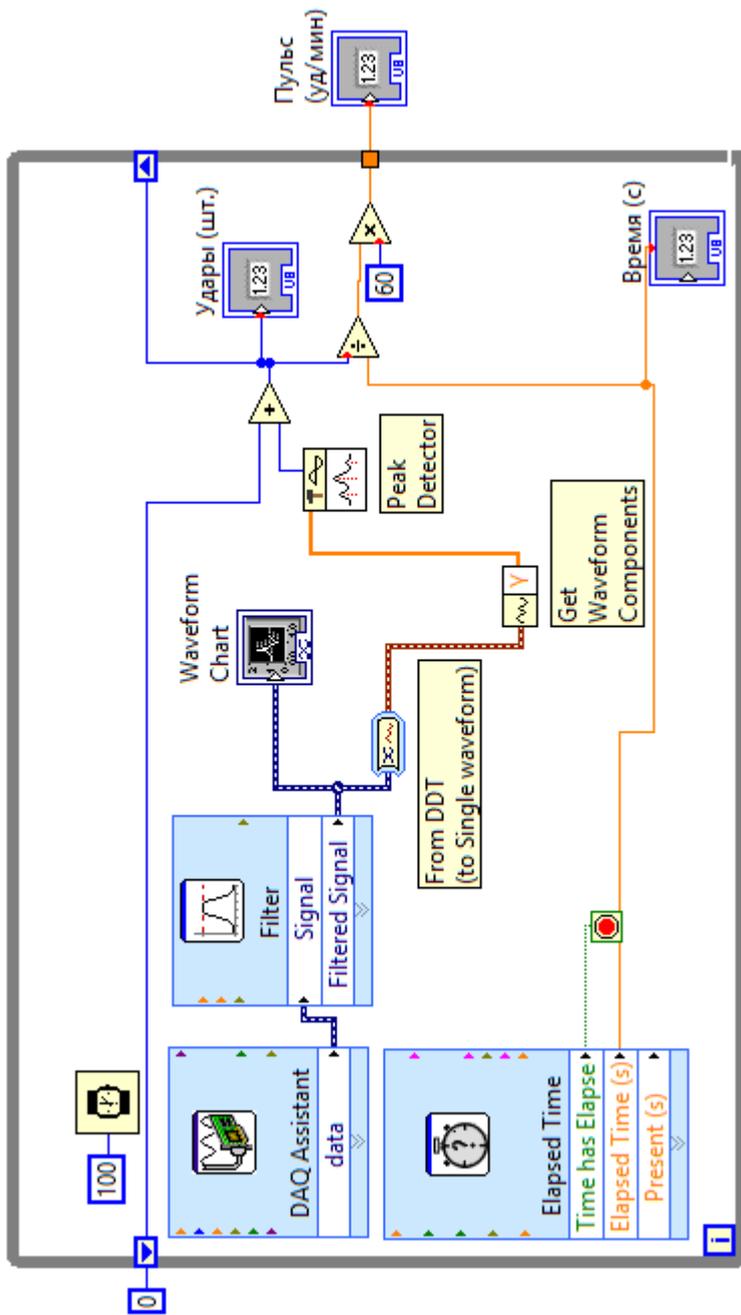
8.1. Измеритель пульса

Частота пульса — важный показатель состояния здоровья человека. Данный измеритель пульса можно использовать для измерения частоты сердцебиений после физических нагрузок, и поэтому оценивать свою физическую подготовку. Также по изменению частоты пульса можно определять, когда человеку снится сон.

Для измерения частоты пульса можно собрать простой электронный прибор, который рассчитан на измерение частоты пульса от 30 до 240 импульсов в минуту с погрешностью не более 5%.

Принцип работы измерителя пульса основан на фиксации изменения освещенности от лучей осветителя проходящих через палец человека.

Основная идея, лежащая в основе проекта, в том, что во время сердечных сокращений давление крови в теле изменяется, и, как следствие, изменяется «прозрачность» кожи для ИК-лучей. По сути дела, измеритель пульса «видит» ваш пульс на просвет.



8.2. Измерение расстояния с помощью ИК-датчика

Датчики (сенсоры) являются элементом технических систем, предназначенных для измерения, сигнализации, регулирования, управления устройствами или процессами. Датчики преобразуют контролируемую величину (давление, температура, расход, концентрация, частота, скорость, перемещение, напряжение, электрический ток и т. п.) в сигнал (электрический, оптический), удобный для измерения, передачи, преобразования, хранения и регистрации информации о состоянии объекта измерений. Датчики связаны с техникой измерений и измерительными приборами.

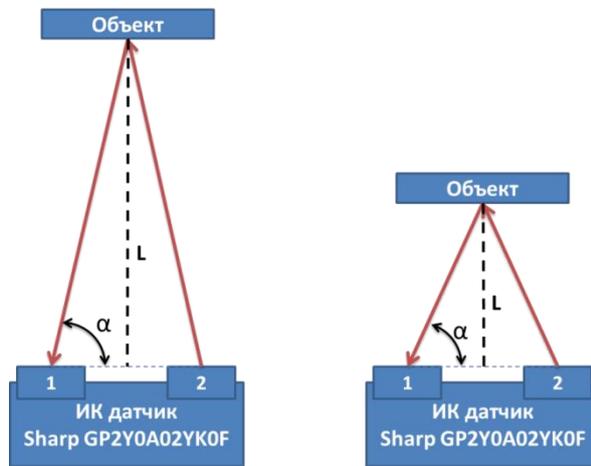
План

1. Знакомство с ИК датчиками Sharp. Принцип работы и применение.
2. Составление электрической схемы и подключение к myDAQ.
3. Программирование для получения данных с датчика.
4. Сбор экспериментальных данных. Составление таблицы соответствия показаний датчика и расстояний до объекта.
5. Построение диаграммы в табличном процессоре Excel. Поиск зависимостей между данными. Аппроксимация (интерполяция) полученных экспериментальных данных.
6. Программирование для автоматического расчета и вывода расстояния до объекта.
7. Анализ полученных результатов. Коррекция программы.

Инфракрасные датчики измерения расстояния фирмы SHARP — доступные и простые в использовании сенсоры, позволяющие определять расстояние до объекта или препятствия. Некоторые области применения:

- проекторы (для автоматической фокусировки);
- бытовая техника (роботы-пылесосы, управление освещением, кофеварки, торговые автоматы, ноутбуки, LCD-мониторы и т.д.);
- автоматические выключатели (освещения и т.п.);
- развлекательное оборудование (роботы, игровые автоматы и т.д.).

Датчик SHARP GP2Y0A02YK0F позволяет определять расстояние в диапазоне от 20 до 150 см. Для определения расстояния в этих датчиках используется метод триангуляции.



Импульс света в ИК-диапазоне (длина волны $850 \text{ нм} \pm 70 \text{ нм}$), испускается излучателем (2). Это излучение отражается от объекта, находящегося в «поле зрения» сенсора. Отраженное излучение возвращается на приемник (1). Испускаемый и отраженный лучи образуют треугольник «излучатель — объект отражения — приемник».

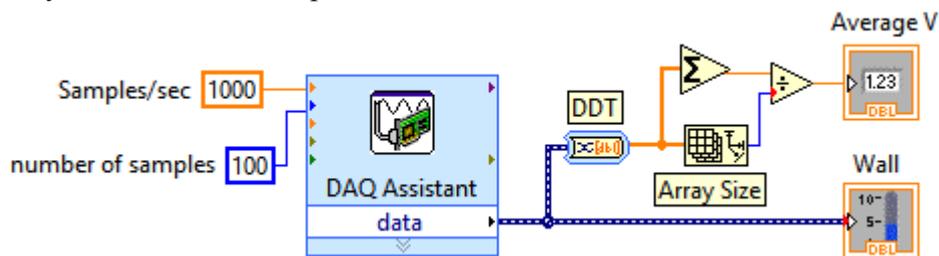
Угол α напрямую зависит от расстояния до объекта L . Полученные отраженные импульсы собираются высококачественной линзой и передаются на линейную ПЗС-матрицу (CCD). По засветке определенного участка CCD матрицы определяется угол α .

Схема подключения очень проста.

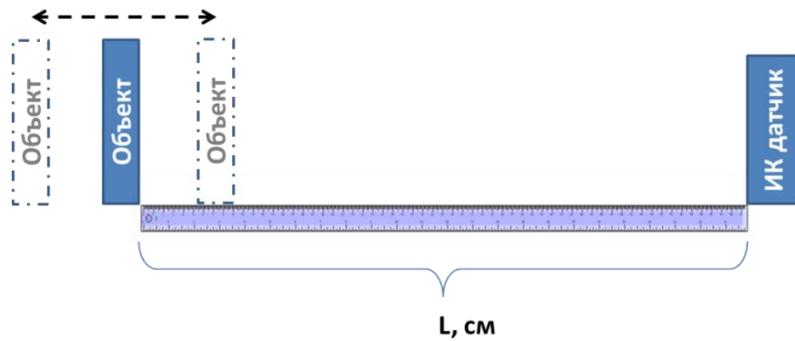


1. Красный — к +5V.
2. Черный — к земле (AGND)
3. Синий (или желтый) — к AI+.
4. Соединить проводом AI- с AGND.

После подключения датчика необходимо написать программу, которая будет выводить на экран показания с датчика.



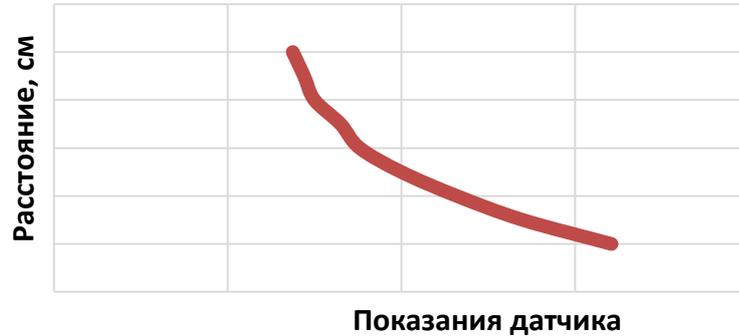
Далее нужно выполнить измерения расстояния от ИК датчика до объекта и записать числовые значения, получаемые с датчика, в таблицу (используя Microsoft Excel 2007 или 2010).



Соответствие показаний датчика и измеренного расстояния до объекта

Показания датчика									
Расстояние, см	100	90	80	70	60	50	40	30	20

По данным, представленным в таблице, необходимо построить точечную диаграмму. Зависимость между расстоянием до объекта и показаниями датчика Sharp GP2Y0A02YK0F.

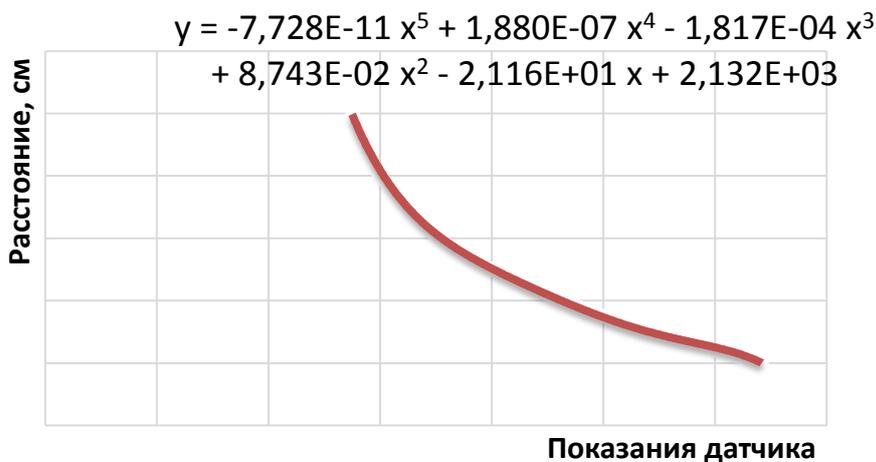
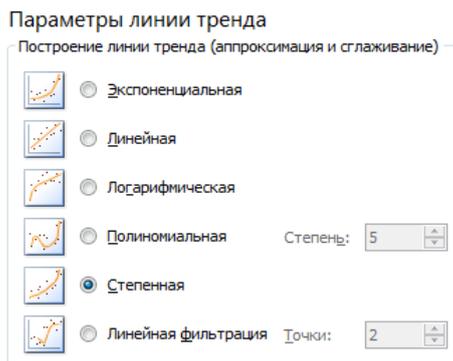


По графику видно, что датчик имеет нелинейный выход: при линейном увеличении расстояния, сигнал на аналоговом выходе уменьшается нелинейно. Выходная характеристика нашего дальномера нелинейно зависит от измеренного расстояния. Нужно найти функцию для преобразования показаний, которые выдает датчик, в расстояние, т.е. в сантиметры.

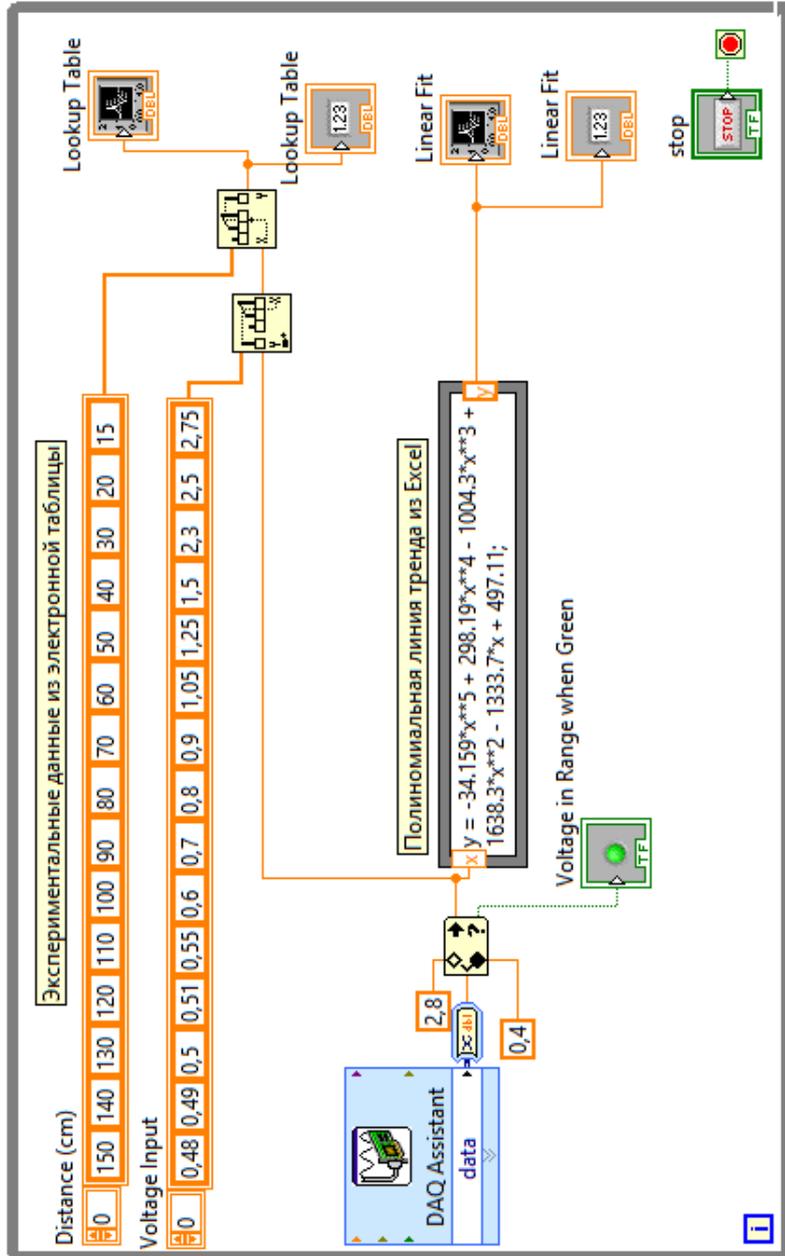
Многим из тех, кто сталкивается с научными и инженерными расчетами, часто приходится оперировать наборами значений, полученных экспериментальным путем. На основании этих значений аргумента требуется построить функцию, на которую могли бы с высокой точностью попадать другие получаемые значения. Такая задача называется *аппроксимацией*.

Интерполяцией называют такую разновидность аппроксимации, при которой кривая построенной функции проходит точно через имеющиеся точки данных.

Используя возможности табличного процессора Excel, в частности «Линию тренда» найдите параметры искомым функций.



Получив искомые формулы, вспомните способ записи математических функций в среде программирования LabVIEW.



8.3. Зачетный проект

Выполняя свой проект, необходимо придерживаться следующей структуры печатной работы, которую вам предстоит подготовить (объемом около 5 страниц).

1. Актуальность вашего проекта.
2. Обзор источников информации (что уже сделано до вас).
2. Цель вашей работы.
3. Задачи (что необходимо решить на пути к цели).
4. Описание установки (схема, фото и т.п. с небольшими комментариями).
5. Программа (блок-диаграмма и лицевая панель).
6. Выводы по вашей работе.
7. Дальнейшие перспективы.
8. Источники информации (литература).

Ответы на все вопросы

Здравствуйте. Рады вас видеть на этой странице. Вопрос только в том, зачем вы ее открыли?

Найти ответы на все вопросы вам помогут книги:

1. *Е. Д. Баран.* LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы.
2. *Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков.* LabVIEW в научных исследованиях.
3. *Дж. Трэвис, Дж. Кринг.* LabVIEW для всех.
4. *В. К. Батоврин, А. С. Бессонов, В. В. Мошкин, В. Ф. Папуловский.* LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий.
5. *Ю. С. Магда.* LabVIEW. Практический курс для инженеров и разработчиков.
6. *К. Г. Жуков.* Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW.
7. *Л. Г. Белиовская, А. Е. Белиовский.* Программируем микрокомпьютер NXT в LabVIEW.
8. *Питер Блюм.* Профессиональное программирование в LabVIEW.
9. *В. П. Федосов, А. К. Нестеренко.* Цифровая обработка сигналов в LabVIEW.
10. *Чарльз Платт.* Электроника для начинающих.
11. *П. Хоровиц, У. Хилл.* Искусство схемотехники.
12. *П. А. Бутырин, Т. А. Выськовская, В. В. Каратаев, С. В. Материкин.* Автоматизация физических исследований и эксперимента. Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7.