

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра радиофизики**



Рабочая программа дисциплины

Технические средства автоматизации научных исследований

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
семестр 5 направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**
семестр 6 направленность (профиль): **Физическая информатика**

Форма обучения
Очная

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) | | | | |
|---|-------------|--|----------------------|----------------------|--|---|--|-------|--------------------------|---------|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | Самостоятельная работа, не включая период сессии | Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 5 (6) | 108 | | | 64 | 42 | | | | 2 | |
| Всего 108 часов / 3 зачётных единицы, из них: - контактная работа 66 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ОПК-3 | | | | | | | | | | |

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. | 4 |
| 3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу..... | 4 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий..... | 5 |
| 5. Перечень учебной литературы. | 8 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. | 9 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. | 9 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. | 9 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 9 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. | 10 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,

соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Получение экспериментальных данных в необходимом количестве и соответствующего качества в современных исследованиях принципиально невозможно без систем автоматизации экспериментальных установок. Эти системы включают в себя как средства автоматизированного управления и контроля, позволяющие реализовать сложные алгоритмы управления установкой, так и автоматизированные системы сбора данных, предоставляющие экспериментатору необходимые данные.

Практикум **ТСАНИ (Технические средства автоматизации научных исследований)** имеет своей целью получение студентами теоретических знаний и практических навыков в работе с автоматизированными системами управления и измерения, необходимых для формирования способности проводить научные исследования в избранной области экспериментальных физических исследований, пользоваться современными методами обработки и анализа физической информации в избранной области физических исследований.

Для реализации этой цели предлагается изучить и получить практические навыки в следующем:

1. Способы построения и структуры автоматизированных систем.
2. Принципы работы системных средств: контроллеров, объединительных магистралей, линий передачи данных.
3. Принципы работы, схемы построения и параметры измерительных и управляющих устройств, применяемых в системах автоматизации.
4. Программирование систем реального времени.
5. Работа с простейшими системами автоматизации установок.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей компетенции:

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| <p>ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p> | <p>ОПК - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.</p> <p>ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.</p> | <p>Знать: основные понятия автоматизации (управляющий компьютер, линия связи, исполнительное устройство, датчик, объект управления); основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием ЭВМ для автоматизации научных исследований; основные элементы систем автоматизации (магистрально-модульная система, порт ввода-вывода, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)), основные характеристики ЦАП и АЦП (передаточная функция, смещение нуля, ошибка масштаба, нелинейности, частота дискретизации), основные характеристики магистралей, шин и протоколов связи (разрядность, синхронность, направленность, мультиплексированность, тактирование, прерывания).</p> <p>Уметь разрабатывать концепцию систем автоматизации научных исследований.</p> |

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|------------|--|
| | | <p>исследований; применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием ЭВМ; разрабатывать и проводить автоматизированные научные исследования с помощью современной приборной базы и информационных технологий.</p> <p>Владеть навыками чтения документации от оборудования, предназначенного для автоматизации научных исследований; навыками работы на ЭВМ при проведении автоматизированных научных исследований; навыками написания программ на языке Си, использующих широко известные алгоритмы автоматизации научных исследований.</p> |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «ТСАНИ» является частью цикла обучения по программе бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Дисциплина «ТСАНИ» опирается на следующие дисциплины данной образовательной программы:

- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Электричество и магнетизм;
- Электродинамика
- Программирование

Освоение дисциплины «ТСАНИ» необходимо при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | Промежуточная аттестация (в часах) | |
|---------|-------------|--|------------------|-----------------|--|--|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | рабо-та, не вклю | го-товка к про- | Контактная работа обучающихся с преподавателем | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|----------------------|----------------------|----|---|--------------|-------|--------------------------|---------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 5 (6) | 108 | | | 64 | 42 | | | | 2 | |
| Всего 108 часов / 3 зачётных единицы, из них: - контактная работа 66 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ОПК-3 | | | | | | | | | | |

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные работы, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, дифференцированный зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: вопросы в ходе выполнения работы, сдача заданий по соответствующим темам и разделам, оценка уровня выполнения лабораторной работы;

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 3 зачетные единицы:

- лабораторные работы – 64 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 42 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные работы, дифференцированный зачет) составляет 66 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «ТСАНИ» (Технические средства автоматизации научных исследований) представляет собой полугодовой лабораторный практикум для студентов 3-го курса физического факультета НГУ. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Учебный курс состоит из двух частей. Первая, «базовая» часть, включает пять работ, которые должны быть выполнены всеми студентами. Эта часть предназначена для изучения и практического освоения студентами базовых элементов автоматизации: программирования систем реального времени, системных средств (контроллеров, интерфейсов, линий связи, объединительных магистралей), основных аппаратных средств (аналого-цифровых преобразователей – АЦП, цифро-аналоговых преобразователей – ЦАП, регистров ввода/вывода). Вторая часть включает несколько работ, каждая из которых представляет собой небольшой экспериментальный стенд и простейшую систему автоматизации этого стенда. Выполняя «экспериментальные работы», необходимо понять возможности и особенности применяемой аппаратуры и автоматизировать предлагаемый эксперимент. В большинстве работ присутствуют задания, отмеченные звездочкой. Эти задания ориентированы на студентов, желающих получить углублённые представления по изучаемому вопросу. Для получения отличной оценки студент должен выполнить две работы по своему выбору из экспериментальной части, а также дополнительное задание в одной из работ.

| № п/п | Раздел дисциплины | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) (в часах) |
|-------|-------------------|-----------------|--|-----------------|--------------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторные часы | в течение семестра | ра (не включая) | |
| | | | | | | | |

| | | | | Лабораторные работы | | |
|---|--|---------------|------------|---------------------|-----------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 9 |
| Базовая часть | | | | | | |
| 1 | Техника безопасности, вводный инструктаж. Работа 0: Системы автоматизации экспериментальных установок | 1 | 6 | 4 | 2 | |
| 2 | Работа 1: Изучение среды программирования LabWindows/CVI | 2-3 | 12 | 8 | 4 | . |
| 3 | Работа 2: Магистрально-модульные системы автоматизации | 4-5 | 12 | 8 | 4 | |
| 4 | Работа 3: Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи | 6-7 | 12 | 8 | 4 | |
| 5 | Работа 4: Распределённые системы управления и последовательные шины передачи данных | 8-9 | 12 | 8 | 4 | |
| Экспериментальная часть (любые две работы из списка) | | | | | | |
| 6 | Работа 5: Изучение быстропротекающих процессов с помощью цифровых осциллографов | 10 - 16 | 42 | 28 | 24 | |
| 7 | Работа 6: Цифровые методы генерирования, регистрации и обработки сигналов | | | | | |
| 8 | Работа 7: Автоматизация контрольно-измерительной аппаратуры с помощью языка команд SCPI. Цифровая фильтрация | | | | | |
| 9 | Работа 8: Термостат на базе цифровой системы автоматического регулирования | | | | | |
| 10 | Дифференцированный зачет | 17 | | | | 2 |
| Всего | | | 108 | 64 | 42 | 2 |

Программа и основное содержание лабораторных работ (64 часа)

Работа 0: Системы автоматизации экспериментальных установок (4 часа)

Работа является введением в практикум и даёт общее представление об автоматизации экспериментов, формулирует и описывает основные понятия, применяемые в данной области. Выполняя практические задания к работе, студенты должны продемонстрировать знание основ информатики и умение работать с компьютером.

Работа 1: Изучение среды программирования LabWindows/CVI (4 часа)

В начале работы студентам предлагается продемонстрировать умение писать программы на языке СИ. Далее изучается среда программирования LabWindows/CVI, и рассматриваются соответствующие примеры. В качестве практического задания студентам предлагается написать программу – виртуальный прибор с экраном для отображения сигналов, параметры которых задаются с панели виртуального прибора.

Работа 2: Магистрально-модульные системы автоматизации (8 часов)

Работа посвящена изучению магистрально-модульных систем автоматизации, принципов их устройства. Рассматриваются основные элементы параллельных шин данных. Описывается оборудование, применяемое в практикуме. Рассматриваются программные средства для работы с этим оборудованием.

Практическими задачами студента является работа с портом ввода/вывода, ЦАП и АЦП модуля NI-PXI6251, а также применение графических средств LabWindows/CVI, изученных в «Работе 1».

Ознакомление с работой магистрально-модульных систем происходит на примере специализированной параллельной шины Avalon. Студентам предлагается написать программу для работы с устройствами на шине Avalon (индикатор магистралей, ЦАП, АЦП), эмулируя системный контроллер шины с помощью регистра ввода/вывода модуля NI-PXI6251. Таким образом, студент получает представление не только об основах магистрально-модульных систем, но и осваивает работу с современной электроникой, применяемой в автоматизированных системах.

Работа 3: Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (8 часов)

Работа посвящена изучению цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, является продолжением «Лабораторной работы № 8» практикума РЭЛ, и даёт углублённые сведения об этих, широко применяемых в автоматизированных системах устройствах. Изучаются основные типы ЦАП и АЦП, принципы их работы и наиболее важные параметры, определяющие применимость этих устройств при решении различных экспериментальных задач.

С этой целью студенту предлагается написать программы в среде LabWindows/CVI, с помощью которых можно измерить параметры неточных ЦАП и АЦП с помощью более точных устройств. Также предлагается оценить влияние погрешностей АЦП и ЦАП на точность измерений и выдачи управляющих воздействий.

Для углублённого изучения вопросов в приложении к работе описываются история появления и основные типы АЦП, и приводится соответствующая библиография.

Работа 4: Распределённые системы управления и последовательные шины передачи данных (8 часов)

Работа посвящена изучению принципов объединения территориально разнесённых устройств управления и контроля в единую систему с помощью последовательных шин передачи данных. В работе используется широко применяемая в электронике последовательная шина I²C.

В задачу студента входит изучение шины I²C, разработка контроллера шины и работа с территориально распределёнными устройствами (термодатчик, регистр-индикатор) с помощью разработанного контроллера. Студентам, успешно справившимся с основными заданиями, предлагается ознакомиться с процедурами синхронизации и арбитража при работе нескольких контроллеров на одной шине.

Выполняя практические задания, кроме изучения последовательных шин можно получить представление о способах построения распределённых систем измерения температурных полей.

Работа 5: Изучение быстропротекающих процессов с помощью цифровых осциллографов (7 часов)

Лабораторная работа посвящена изучению быстропротекающих процессов с помощью цифровых осциллографов на примере диагностики пучков заряженных частиц. В данном пособии рассмотрены принципы работы и основные характеристики цифровых осциллографов, описаны методики диагностики пучков в ускорителях, приведены сведения, необходимые для начала работы.

В процессе выполнения данной работы студенту нужно будет написать программу для регистрации формы сигнала в имитаторе пучка, определить положение пучка относительно центра датчика, а также изучить колебания пучка при внешнем воздействии. Полученные результаты представить в виде графиков.

Работа 6: Цифровые методы генерирования, регистрации и обработки сигналов (7 часов)

Цифровые методы генерирования и регистрации аналоговых сигналов в последние полтора десятилетия получили широкое распространение. Это вызвано с одной стороны массовым внедрением компьютеров во все сферы деятельности людей, а с другой – бурным прогрессом в полупроводниковой электронике. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи, работающие с электрическими сигналами, известны уже около ста лет. Тем не менее, создание первых цифровых генераторов сигналов и цифровых осциллографов стало возможным около 30 лет назад - с появлением быстродействующих преобразовательных устройств и микросхем памяти достаточно большого объёма.

В данной работе студентам предстоит понять, как устроены эти приборы, и чем они характеризуются. Практические задания направлены на получение необходимых навыков при работе с изучаемыми приборами, а также на закрепление материала по теории электрических цепей, полученных в курсе РЭЛ.

Работа 7: Автоматизация контрольно-измерительной аппаратуры с помощью языка команд SCPI.

Цифровая фильтрация (7 часов)

Лабораторная работа № 7 состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая часть посвящена ознакомлению с подходом к автоматизации контрольно-измерительной аппаратуры при помощи командного языка SCPI. Во второй части работы студенты знакомятся с основами цифровой фильтрации сигналов и применяют полученные знания при решении физической задачи – фильтрации аудиосигнала от нежелательных частотных составляющих.

Вопрос автоматизации контрольно-измерительного оборудования имеет довольно богатую историю. Приборы с возможностью компьютерного управления были впервые представлены в 1960-х гг., однако тогда они были редкостью, поэтому при проектировании подобных устройств производители еще не задумывались о реализации единого подхода к их автоматизации.

По мере того как количество автоматизированных устройств росло (а заодно множились разнообразные интерфейсы и протоколы связи), сформировались и потребности в выработке единых принципов автоматизации оборудования. В 1970–1980-х гг. был разработан, а затем дополнен стандарт IEEE 488 (GPIB), определивший

принципы конструктивной (разъемы, кабели) и электрической совместимости устройств; а также протокол передачи данных между приборами и компьютером.

Еще одним логичным шагом явилась разработка в начале 1990-х гг. единого языка команд для автоматизированных устройств – SCPI. Цель SCPI состоит в упрощении подхода к автоматизации оборудования за счет создания единообразной системы команд и форматов данных для всех поддерживающих стандарт инструментов, независимо от их типа и производителя.

Познакомиться с языком команд SCPI и применить его для управления автоматизированным генератором сигналов вы сможете в первой части данной лабораторной работы. Вторая часть работы посвящена знакомству с основами цифровой фильтрации и их применением в решении физической задачи.

Работа 8: Термостат на базе цифровой системы автоматического регулирования (7 часов)

В работе изучаются способы построения простейших систем автоматического регулирования. Студенту предлагается построить из отдельных элементов, входящих в состав экспериментального стенда, термостат. Для этого в составе стенда имеются нагреваемый объем, датчики температуры, ключи управления нагревателями, аналого-цифровой преобразователь. Определив с помощью самостоятельно написанной программы инерционность системы, студент должен построить термостат, обладающий необходимым качеством регулирования. Далее студенту предлагается сформулировать методику и экспериментально определить теплоёмкость образца «неизвестного» металла, используя в качестве экспериментального стенда построенный термостат.

Самостоятельная работа студентов (42 часа)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|--|------------|
| Подготовка к лабораторным работам: | |
| • Чтение методических пособий к лабораторным работам | 16 |
| • Работа на платформе Tinkercad Circuits | 26 |

Самостоятельная работа студентов возможна с использованием электронной версии курса, размещённой на платформе Google Classroom, где обучение проводится на виртуальных аналогах с применением электронного обучения на платформе Tinkercad Circuits.

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Середняков С. С., Бехтенов Е. А. Справочные материалы по практикуму ТСАНИ ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 52 с. // Режим доступа: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6356/page0000.pdf> .

1. Батраков А. М. Системы автоматизации экспериментальных установок : Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 16 с. // Режим доступа: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6356/page0000.pdf>

2. Середняков С. С. Изучение среды программирования LabWindows/CVI : Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 17 с. // Режим доступа <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6357/page0000.pdf>

3. Фатькин Г. А., Отмар А. В., Зорин А. В. Магистрально-модульные системы автоматизации: Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 28 с. // Режим доступа: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6370/page0000.pdf>

4. Бехтенов Е. А. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи: Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 28 с. // Режим доступа: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6358/page0000.pdf>

5. Распределенные системы управления и последовательные шины передачи данных : метод. указ. к лаб. работе № 4 практикума ТСАНИ / Г. А. Фатькин, А. Н. Панов, В. В. Орешонок. Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2018. – 28 с. // Режим доступа: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-4541/page000.pdf>

6. Дементьев Е.Н., Бехтенов Е.А. Изучение быстропротекающих процессов с помощью цифровых осциллографов: Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 22 с. // Электронная версия (свободный доступ): <http://wwwold.inp.nsk.su/students/radio/2016/Lab5-2015.pdf>

7. Лабораторные работы № 6,7,8 : метод. указания / В. В. Орешонок, С. С. Середняков, А. С. Стюф, Г. А. Фаткин ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020. – 88 с. – (Практикум ТСАНИ). // Режим доступа : <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-6264/page0000.pdf>

5.2. Дополнительная литература

1. Середняков С. С. Изучение среды программирования LabWindows/CVI : Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. – 17 с. //

Электронная версия: <http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/TSANI/TSANI-01-2016.pdf>

2. Дементьев Е.Н., Бехтенов Е.А. Изучение быстропротекающих процессов с помощью цифровых осциллографов: Метод. указ. ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 22 с. //

Электронная версия: <http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/TSANI/TSANI-05-2015.pdf>

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Видеофильм фильм «Системы автоматизации экспериментальных установок, часть 1»

<https://youtu.be/TWowRvwfDw8>

2. класс ТСАНИ : <https://classroom.google.com/w/NTQ2NTE2OTQzODNa/t/all> (режим доступа: университетский аккаунт)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту, сервисы Discord, Google Meet.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используется.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и Microsoft Office, а также специализированное программное обеспечение:

- интегрированная среда разработки LabWindows/CVI;
- комплект драйверов NI-DAQmx.
- Платформа Google Classroom
- Платформа Tinkercad

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «ТСАНИ» используются специальные помещения (*к. 346 НГУ – 13 рабочих мест*). При выполнении базовой части работы обеспечиваются автоматизированным стендом в составе:

- персональный компьютер с ОС Windows;
- крейт в стандарте PXIe с контроллером шины и средствами связи с компьютером;

- модуль NI PXI 6251;
- терминальный блок к модулю NI PXI 6251;
- внешние устройства с доступом по последовательной шине (термодатчик и регистр-индикатор).

При выполнении экспериментальной части автоматизированный стенд дополняется специализированным PXI модулем и экспериментальным оборудованием в зависимости от вида выполняемой работы.

Также используются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Все занятия лабораторного практикума проводятся в интерактивной форме. Перед началом работы студент самостоятельно изучает методическое пособие, пытается ответить на контрольные вопросы. Далее, преподаватель производит допуск, задавая ряд вопросов по будущей работе. Студент с помощью преподавателя формулирует план выполнения заданий, сформулированных в работе, и приступает к его выполнению. В ходе выполнения этих заданий студент самостоятельно пишет программу, осуществляющую все необходимые манипуляции с устройствами, получение, обработку и отображение физических данных. Преподаватель даёт рекомендации по составлению подобной программы, и отвечает на вопросы студента. Все лабораторные работы студент выполняет индивидуально, в любой момент он может обратиться к преподавателю за помощью, либо сам преподаватель может предложить помощь студенту при необходимости. Таким образом достигается высокая интерактивность и индивидуальность подхода. В сочетании с самостоятельной внеаудиторной работой, у студентов формируются и развиваются профессиональные навыки, творческие способности, и самостоятельность.

После выполнения задания, студент демонстрирует полученную программу и результаты преподавателю, даёт объяснение изученным характеристикам и наблюдаемым явлениям. Преподаватель может дать студенту задание изменить алгоритм программы, или ход эксперимента с целью определить глубину усвоения и понимания предмета. В процессе выполнения лабораторных работ, ведётся постоянный текущий контроль, отстающим студентам преподаватель даёт необходимые подсказки и разъяснения, а наиболее успевающим, даёт дополнительные задания. Лабораторные работы сдаются последовательно, перед началом каждой работы студент в специально отведённое в учебной программе время самостоятельно готовится к выполнению работы. Осуществляется контроль формирования компетенции (ОПК-3). В каждой работе предусмотрены дополнительные, усложнённые задания, которые успевающий студент может выполнить по усмотрению преподавателя. После каждой работы оценивается уровень ее выполнения, также отмечается выполнение дополнительного задания.

Промежуточная аттестация

Дифференцированный зачет проходит в устной форме (собеседование). Важнейшим критерием зачета является усвоение заявленных компетенций. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если сданы все работы из базовой части (работы 1-4), а заявленные компетенции сформированы не ниже порогового на уровне. Дальнейшая дифференциация оценок производится по следующей шкале:

- Оценка «удовлетворительно» выставляется при сдаче всех работ из «базовой части».
- Оценка «хорошо» выставляется при сдаче всех работ из «базовой части» и не менее одной работы из «экспериментальной части», а заявленные компетенции сформированы на уровне не ниже базового.
- Оценка «отлично» выставляется при сдаче всех работ из «базовой части» и не менее двух работ из «экспериментальной части», и, хотя бы одно из заявленных компетенций сформировано на продвинутом уровне, а остальные — не ниже базового.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

| Индикатор | Результат обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|--|---|-----------------------------------|
| ОПК - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности. | Знать: основные понятия автоматизации (управляющий компьютер, линия связи, исполнительное устройство, датчик, объект управления); основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием ЭВМ для автоматизации научных исследований; основные элементы систем автоматизации (магистрально-модульная система, порт ввода-вывода, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (АЦП)), основные характеристики ЦАП и АЦП (передаточная функция, смещение нуля, ошибка масштаба, нелинейности, частота дискретизации), основные характеристики магистралей, шин и протоколов связи (разрядность, синхронность, направленность, мультиплексированность, тактирование, прерывания). | Опрос Дифференцированный зачет |
| ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных | Уметь разрабатывать концепцию систем автоматизации научных исследований; применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием ЭВМ; разрабатывать и проводить автоматизированные научные | Опрос Дифференцированный зачет |

| | | |
|--|---|-----------------------------------|
| задач. | исследования с помощью современной приборной базы и информационных технологий. | |
| ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных. | Владеть навыками чтения документации от оборудования, предназначенного для автоматизации научных исследований; навыками работы на ЭВМ при проведении автоматизированных научных исследований; навыками написания программ на языке Си, использующих широко известные алгоритмы автоматизации научных исследований. | Опрос Дифференцированный зачет |

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «ТСАНИ» (Технические средства автоматизации научных исследований)».

Таблица 10.2

| Критерии оценивания результатов обучения | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Уровень освоения компетенции | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | | Не сформирован (0 баллов) | Пороговый уровень (3 балла) | Базовый уровень (4 балла) | Продвинутый уровень (5 баллов) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Полнота знаний | ОПК 3.1 | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. | Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок. | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы. | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. |
| Наличие умений | ОПК 3.2 | Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки. | Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок. |
| Наличие навыков (владение опытом) | ОПК 3.3 | Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок. | Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. | Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. | Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач. |

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Задания к работе № 0

Контрольные вопросы и упражнения:

- Сколько и какие работы необходимо сделать для получения за практикум оценки «хорошо»?
- Какие элементы образуют системы автоматизации экспериментальных установок? Каково назначение этих элементов?
- Аналого-цифровой преобразователь, имеющий шкалу 1000 мВ, выдаёт 8-разрядный двоичный код. Какова, по-вашему, разрешающая способность этого прибора? Сколько разрядов десятичного числа необходимо для представления отсчётов преобразователя?
- Что такое магистрально-модульные системы? Что входит в понятие «Стандарт магистрально-модульной системы»?
- Какие задачи решает программное обеспечение систем автоматизации?
- Переведите число в двоичном формате 11000101 в десятичный, а затем полученное десятичное число переведите в шестнадцатеричное. Покажите преподавателю, как вы это сделали.
- Переведите число, предложенное преподавателем, в двоичный и шестнадцатеричный форматы.
- Каков результат следующих побитовых операций: $FF \& 11$, $F0 | 0B$?
- Приведите результат следующих логических операций:
 - $1 \text{ or } (1 \text{ and not}(1)) = ?$
 - $0 \text{ xor not}(1) = ?$
 - $(1 \text{ and not}(0)) \text{ xor not}(1) = ?$
- Каким образом с помощью логических операций можно реализовать сложение с переносом двух однобитных чисел? Как определить результат сложения и результат переноса?
- Представьте, не пользуясь калькулятором, в двоичном виде следующие шестнадцатеричные числа: 12, FF, AF, DE, 10.
- Представьте, не пользуясь калькулятором, в шестнадцатеричном виде следующие двоичные числа: 1010, 10001, 110011, 11100011, 111111, 11.
- Представьте, не пользуясь калькулятором в десятичном виде следующие шестнадцатеричные числа: 100, 10, FF, AA, 1A, 20.
- С помощью какой операции можно в 16-битном слове занулить старшие 8 бит (биты 8-15)?
- Каков результат следующих побитовых операций: $FF \& 11$, $F0 | 0B$, $10C \wedge FFF$?
- Найдите двоичное дополнение к следующим числам: 10001000, 11110000, 00011000, 01011010.

Задания к работе № 1

Задание 1

Написать программу, которая бы вычисляла и выводила на экран дискриминант и корни квадратного уравнения, а также координаты вершины параболы по введенным коэффициентам (A, B, C). Программа должна реализовывать следующую функциональность:

- Коэффициенты квадратного уравнения (A, B, C) программа должна предлагать ввести при старте программы. Для этого удобно пользоваться функциями **printf**, **scanf**.

- Само вычисление корней должно выполняться внутри отдельной функции, которая должна иметь следующий прототип: **void CalculateRoots (float A, float B, float C, float *pD, float *pValue1, float *pValue2);** Функция должна принимать коэффициенты квадратного уравнения (A, B, C) и выдавать после своего выполнения значение вычисленного дискриминанта через указатель pD. Через указатели pValue1 и pValue2 должны передаваться значения корней X1 и X2 в случае положительного дискриминанта, или значения реальной и мнимой части комплексносопряженных корней в случае, когда $D < 0$.

- Внутри самой функции **CalculateRoots** не должно быть функций ввода-вывода (**printf**, **scanf** и т.д.). Весь ввод и вывод производить в главной вызывающей функции (**main**), до, либо после вызова данной функции.

- Функция должна корректно обрабатывать все предельные случаи (**a=0**, **b=0**, **c=0** и т.д.).

- Вычисление координат вершин параболы должны выполняться до либо после функции **CalculateRoots**.

- Программа должна работать циклическим способом – после вычисления переходить в режим ожидания, а после нажатия какойлибо клавиши на клавиатуре, переходить на начало выполнения (ввод коэффициентов **A**, **B**, **C**, вычисление...) и так до нажатия некой клавиши «Выход» (например, “q”). Для этого можно воспользоваться функциями **GetKey()** и **KeyHit()**. Для выполнения этого задания нужно создать проект типа **Commandline Application**.

Задание 2

1. Выведите на экран график синусоиды с заданными амплитудой и частотой.

Для этого нужно создать новый проект типа с пользовательским интерфейсом (команда **File – New – Project from Template** – тип проекта – **User Interface Application**). Далее, с помощью редактора пользовательских интерфейсов нужно создать на главной панели элемент управления «График» (**Graph->Graph**).

Для правильной организации программы нужно создать функцию (например **CreateSignal()**), которая генерировала бы сигнал синусоиды, с заданными параметрами и сохраняла его в массив. Массив должен быть глобальной переменной и иметь размерность 1000 значений, что соответствовало бы времени 1000 миллисекунд. Количество периодов синусоиды в сгенерированном массиве должно соответствовать заданной частоте при генерации сигнала. Для вывода на экран нужно также сделать отдельную функцию **DrawGraph()** которая задавала бы фиксированные масштабы по обеим осям графика и выводила массив построенного сигнала на экран. После этого нужно вставить вызовы этих функций в функцию **main()** в то место, где уже создана главная панель программы (см. п. 2.4). График должен иметь следующие оси: по X – время (T), диапазон - 0...1000.0 ms(миллисекунды), по Y – напряжение(U), диапазон -15.0...15.0 V(вольты). Для этого лучше пользоваться функциями: **DeleteGraphPlot**, **SetAxisScalingMode**, **PlotY** (см главу 2 методического пособия

2. Сделать так, чтобы график обновлялся в реальном времени с частотой 2 Гц. Для этого создать элемент управления «Таймер» (**Timer->Timer**). Также добавить поля для ввода значений амплитуды сигнала (в вольтах), частоты (в герцах) и начальной фазы (в радианах). Для этого можно использовать элементы управления **Numeric->Numeric**. Для считывания значений из полей ввода нужно воспользоваться функцией **GetCtrlVal**. График синусоиды должен непрерывно перерисовываться с вновь введенными значениями.

3. Добавить шум к синусоиде. Для этого можно использовать функцию **Random(Rmin,Rmax)**. Добавить регулятор уровня шума (элемент **Numeric->Knob**).

4. Добавить команду сохранения последнего сигнала в файл. Для этого нужно создать элемент «кнопка» (например **Command Button->Square Command Button**), и в её callback-функцию вставить сохранение массива сигнала. Для работы с файлами пользоваться функциями **fopen**, **fprintf**, **fclose** (см. п. 7.2. главы 1 «Справочного руководства по практикуму ТСАНИ»). Имя файла для сохранения может быть постоянным.

5. Добавить вычисление и вывод на экран мощности полученного сигнала. Для этого нужно создать в главном окне ещё один элемент типа «График». Для удобства можно создать еще одну функцию, например **CalculatePower()** в которую вынести конфигурацию и очистку массива мощности сигнала, собственно вычисление и вывод этого массива на график. Далее, вставить вызов этой функции в callback-функцию таймера для непрерывного исполнения.

Задания и контрольные вопросы к работе № 2

Контрольные вопросы

1. В чём отличие интеллектуальных и неинтеллектуальных контроллеров? Как вы думаете, чем определяется выбор типа контроллера для системы автоматизации?

2. Сколько проводников понадобится для реализации параллельной шины, в которой можно адресовать 7 модулей и передавать (читать и писать) в каждый модуль однобайтовые слова? В случае географической адресации модулей? А если использовать мультиплексированную шину адрес/данные?
3. Пусть тактовая частота шины 33 МГц. Сколько времени займёт передача 8-битового слова по шине, если шина параллельная, и сколько, если она последовательная? Сколько проводов требуется в том и другом случае?
4. Если бы вам доверили разработку блока АЦП, для чего вы бы использовали шину прерываний? Опишите алгоритм процедуры обработки прерываний для этого случая.

Практическое задание 1. Работа с портом ввода-вывода

Напишите программу с пользовательским интерфейсом, аналогичным занному на рис. выше. В обычном режиме работы (сразу после запуска программы) по нажатию на кнопку должен переключаться соответствующий индикатор в программе и светодиод на индикаторе магистрали, управляемый портом 0. Кнопка бегущего огня (Running Light) включает другой жим: каждые 0,25 секунды состояние каждого индикатора и светодиода должно меняться на то, которое было у предыдущего, а 0-й берёт состояние 7-го. Программа должна позволять переключиться обратно в новый режим



поль-
пре-

пока-
про-
ций
ляе-
ре-
да
стоя-
обыч-

Практическое задание 2. Работа с ЦАП и АЦП

Напишите программу, которая управляет напряжением ЦАП NI PXI-6251 и измеряет выставленное напряжение с помощью АЦП NI PXI-6251. Установите пределы задания и измерения напряжений -11...+11 В. Соедините выход ЦАП (АО) и вход АЦП (АИ) на терминальном блоке с помощью кабеля и измерьте сгенерированное ЦАП напряжение с помощью АЦП. Исследуйте следующее: одинаковость измеренного и поданного напряжений; одинаковость нескольких измерений при неизменном поданном напряжении; поведение на границах диапазонов приборов.

Практическое задание 3. Работа с магистралью Avalon и платой ЦАП-АЦП

В результате выполнения этого задания вы должны получить 2 библиотеки: для работы с магистралью Avalon и использующую её библиотеку для работы с модулем ЦАП-АЦП.

1. Напишите библиотеку для чтения и записи шины Avalon. Сначала напишите функцию инициализации шины. Затем функцию записи шины, отладить её можно с помощью индикатора магистрали. Наконец, напишите функцию чтения шины. Для демонстрации библиотеки напишите программу с полями ввода адреса платы, субадреса регистра и данных, а также кнопками для запуска записи и чтения. Поле данных сделайте знаковым 32-битным (int). Подумайте, что будет, если сначала записать, а потом прочитать регистр данных ЦАП 1. Проверьте своё предположение для разных данных: маленьких и больших, положительных и отрицательных.
2. Напишите библиотеку для генерации напряжения через ЦАП платы ЦАП-АЦП. Создайте функцию, принимающую код, и функцию, принимающую напряжение в вольтах. При подаче недопустимых значений (менее 0 или более 3,3 В или 255) функции должны корректировать их. Для проверки модифицируйте программу из задания 2: замените ЦАП NI PXI-6251 на ЦАП Avalon-платы ЦАП-АЦП.
3. Дополните библиотеку функциями работы с АЦП. Об окончании измерения необходимо узнавать путём опроса регистра команд. Для проверки модифицируйте программу из задания 2: замените АЦП NI PXI-6251 на АЦП Avalon-платы ЦАП-АЦП.
4. Дополните библиотеки функциями для работы с битами готовности. Пользовательский интерфейс должен содержать 2 кнопки: для установки прерывания (записи бита SetI в регистре команд АЦП) и для его снятия (записи бита IACK).
5. То же, что и в части 3, но вместо опроса бита START должен происходить опрос бита готовности. После этого бит нужно сбрасывать (добавьте в программу задержку, чтобы увидеть прерывание с помощью индикатора магистрали).

Контрольные вопросы

1. Вычислите вес младшего разряда в ЦАПе с весовыми резисторами для случая бесконечной нагрузки и нагрузки с сопротивлением r . Покажите результаты преподавателю.
2. Что такое смещения нуля и ошибка масштаба?
3. Что такое дифференциальная нелинейность?
4. Что такое нелинейность (интегральная нелинейность)?
5. Что такое время установления?
6. Отличается ли время установления ЦАП R-2R и ЦАП ШИМ?
7. Как вычислить отношение сигнал шум (SNR) в дБ?
8. Что такое эффективная разрядность АЦП для переменного сигнала?
9. Докажите, что шум квантования идеального АЦП всегда равен $\frac{LSB}{\sqrt{12}}$.

Практические задания

1. Проверьте соединение кабелем точного 16-разрядного АЦП модуля NI-PXI-6251 с ЦАП, установленным в терминальном модуле. Напишите программу для измерения передаточной характеристики ЦАП. Программа должна выводить графики передаточной характеристики и аналоговых ошибок выходного сигнала ЦАПа. Определите ошибки нуля, масштаба, интегральную и дифференциальную нелинейности (для более наглядного определения дифференциальной нелинейности можно построить гистограмму).
2. Проверьте соединение кабелем точного 16-разрядного ЦАП модуля NI-PXI-6251 с АЦП, установленным в терминальном модуле. Напишите программу для измерения характеристики преобразования АЦП терминального модуля. Программа должна выводить графики передаточной характеристики и ошибок АЦП. Определите ошибки нуля, масштаба и интегральную нелинейность.

Задания к работе № 4

Работа с тестером I2C

Перед началом работы установите тестер I2C в режим *ведомый* с помощью программы.

Если у вас возникают проблемы с этим или следующим заданием, рекомендуем обратиться к прил. 1, 2.

1. Напишите программу, которая будет записывать слово в регистр тестера I2C, и убедитесь в правильности её работы по светодиодам тестера. Для этого рекомендуется реализовать контроллер шины со следующими функциями:

- старт транзакции;
- стоп транзакции;
- передача байта данных;
- приём байта данных;
- получение подтверждения (ACKNOWLEDGE).

2. Реализуйте бегущую единицу. Светодиоды регистра тестера должны зажигаться поочередно с интервалом около 0,25 с. По достижении 7-го диода, его значение переходит 0-му, и цикл повторяется.

3. Запишите в регистры чтения тестера своё имя с помощью программы TesterI2C, вычитайте его по шине I2C и выведите на экран. Сокращённая версия ASCII таблицы приведена ниже:

| Код | Символ | Код | Символ | Код | Символ |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 32 | Пробел | 65 | A | 78 | N |
| 33 | ! | 66 | B | 79 | O |
| 46 | . | 67 | C | 80 | P |
| 48 | 0 | 68 | D | 81 | Q |
| 49 | 1 | 69 | E | 82 | R |

| | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|
| 50 | 2 | 70 | F | 83 | S |
| 51 | 3 | 71 | G | 84 | T |
| 52 | 4 | 72 | H | 85 | U |
| 53 | 5 | 73 | I | 86 | V |
| 54 | 6 | 74 | J | 87 | W |
| 55 | 7 | 75 | K | 88 | X |
| 56 | 8 | 76 | L | 89 | Y |
| 57 | 9 | 77 | M | 90 | Z |

Работа с термодатчиком

1. считайте температуру с термодатчика и выведите её на табло. Не забудьте реализовать поддержку отрицательных значений температуры.
2. Выведите график зависимости температуры от времени на экран.

Задания к работе № 5

1. Изучить форму сигнала с пластин пикапа в полосе частот 60 МГц, сначала используя внутренний запуск, а затем используя внешний запуск (сигнал 0-сепаратриса).
2. Получить сигнал с пикапов, используя частоту синхронизации и импульс запуска от блока электроники пикапа.
3. Найти номер сепаратрисы, в которой присутствует полезный сигнал, и настроить линию задержки.
4. Вычислить координаты X, Y и ток пучка.
5. Определить геометрический множитель для обеих осей координат, выполнив сдвиг пикапа на некоторое известное расстояние – 10-20 мм.
6. Ударьте по пучку с помощью кикера и получите спектр колебаний.

Задания к работе № 6

Напишите программу для управления генератором функций NI PXI-5402. Программа должна создать панель управления генератором, элементы управления которой позволят установить форму сигнала, его частоту и амплитуду.

2. Добавьте в программу функционал, необходимый для управления цифровым осциллографом (NI PXI-5114). Программа должна по таймеру (например, раз в секунду) запускать прибор в режим оцифровки, считывать измеренные данные и выводить их на график. Для этого лучше воспользоваться стандартной функцией библиотеки *NI - PlotWaveform()* (см. справочное руководство гл.2). Основные параметры измерений – частоту дискретизации и количество измерений программа должна считывать из соответствующих элементов управления. Для лучшей организации программы и её последующей модификации, желательно, чтобы программа содержала следующие функции:

InitDevices() – подключение к обоим приборам. В случае если одно из устройств не найдено, программа должна выдавать сообщение об ошибке.

StartGeneration() – считывание с элементов управления окна программы параметров генерации сигнала, конфигурирование прибора и старт генерации импульсов.

ReadPlotWaveForm() – Запуск осциллографа на измерение, ожидание, чтение оцифрованного сигнала из его памяти и вывод графика на экран.

StopGeneration() – остановка процесса генерации импульсов.

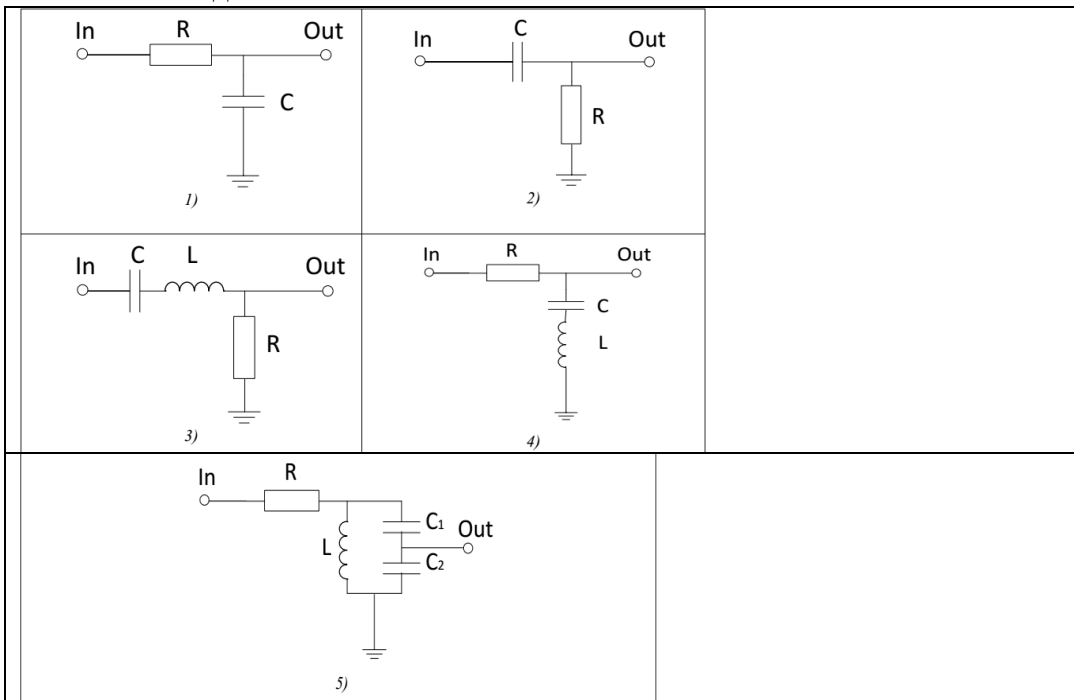
CloseDevices() – отключение от обоих устройств.

3. Добавить в программу вычисление спектра оцифрованного сигнала при помощи быстрого преобразования Фурье. Для этого нужно использовать функцию **FFT()** (см. гл.2 справочного руководства ТСАНИ, раздел – дополнительные функции). Функция **FFT()** выдает реальную и мнимую части спектра, из которых необходимо получить модуль. Вывести вычисленный модуль спектра на график.

4. Добавить в программу возможность включения генерации импульсов переменной частоты (частотной последовательности). Параметры списка – минимальная, максимальная частота, число шагов, продолжительность шага программа должна считывать из элементов управления. Для

корректной оцифровки данного сигнала необходимо позаботиться о синхронизации моментов начала генерации последовательности и начала её оцифровки цифровым осциллографом. Для этого нужно включить выдачу синхроимпульса генератором функцией *fgenExportTrig()* указав при этом нужный выход, настроить старт запуска измерений осциллографа функцией *scopeTrigger()*, указав при этом один их входов модуля, и соединить выбранные разъёмы кабелем. Для корректной работы необходимо использовать функции *scopeStart()* и *scopeFetch()*.

5. С помощью подготовленного вами виртуального генератора качающейся частоты, и виртуального осциллографа проведите измерения амплитудно-частотных характеристик «чёрного ящика», по которым попробуйте определить, какая из пяти показанных ниже схем собрана в «чёрном ящике». Для построения АЧХ необходимо временную шкалу оцифрованного сигнала преобразовать в частотную шкалу в соответствии с частотными параметрами сгенерированной вами частотной последовательности.



Задания к работе № 7

При выполнении данных заданий подключите генератор GFG-3015 напрямую к АЦП модуля NI PXI-6251 (используйте входы AI0 или AI1 терминального блока).

1. Для начала вам потребуется реализовать функции, позволяющие записывать и считывать параметры различных настроек генератора. Ниже приведен пример одной из таких функций – она позволяет задавать целочисленные параметры:

```
// Функция записи команды с целочисленным параметром
int SerWriteInt (const char command[], int param) {
// создаем буфер сообщений
char buf [1024] = {(0)}
// запишем в буфер команду для отправки
sprintf (buf, "%s %d%s", command, param, TERMCHAR);
// отправляем команду
if (ComWrt (PORTNUM, buf, strlen(buf)) != strlen(buf))
return(ReturnRS232Err());
return 0;
}
```

Функцию SerReadInt, а также SerWriteFp, SerReadFp (чтение и запись вещественных настроек) реализуйте самостоятельно. При работе с генератором руководствуйтесь *Приложением 1* и инструкцией по эксплуатации прибора – там вы найдете порядок действий для изменения настроек

генератора с передней панели и список команд, позволяющих осуществить эти действия с помощью последовательного интерфейса.

2. Реализуйте интерфейс, позволяющий регулировать основные настройки генератора GFG-3015 (форму сигнала, частоту (Гц), амплитуду и смещение (В)), а также регистрирующий полученный сигнал с помощью АЦП модуля NI PXI-6251 с использованием внешней синхронизации. Интерфейс должен выводить регистрируемый сигнал и его спектр на графики, обновляемые с частотой 1 Гц. За основу возьмите результаты практического задания 2 из лабораторной работы №1.

При выполнении данных заданий подключите генератор GFG-3015 ко входу *VIN* аудиомодуля.

3. Напишите программу, вычисляющую нормированное ядро sinc-фильтра нижних частот с оконной функцией на основе введенных параметров. Программа должна отображать импульсную, а также амплитудночастотные характеристики фильтра. Для вычисления ядра реализуйте функцию: `int CalcLPFKernel (unsigned char window, unsigned int length, double cutoff, double kernel[])`; где `window` задает тип используемого окна (прямоугольное, Блэкмана, Хэмминга), `length` – размер ядра (он всегда должен быть нечетным, чтобы ядро было симметричным относительно центра), `cutoff` – частоту среза в относительных единицах, а `kernel[]` – возвращает результат вычислений.

4. Добавьте интерфейс вычисления характеристик ФНЧ в программу работы с генератором. С помощью фильтра выделите постоянную составляющую из регистрируемого аудиосигнала. Также можно использовать ФНЧ для избавления сигнала от нежелательных высокочастотных составляющих (постоянное смещение при этом останется – чтобы убрать его вам потребуется выполнить п.5).

5. Реализуйте функцию, позволяющую по выбору вычислять ядро ФНЧ или ФВЧ. Она должна вызывать функцию `CalcLPFKernel` (а значит, унаследовать её набор аргументов), а также использовать, если необходимо, алгоритм спектральной инверсии.

6. С помощью ФВЧ выделите переменную составляющую из регистрируемого аудиосигнала

Задания и контрольные вопросы к работе № 8

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры систем автоматического регулирования. Какие из них можно отнести к стабилизирующим системам, а какие к системам с непостоянным задающим воздействием?

2. Приведите примеры устойчивых и неустойчивых систем. Приведите примеры реальных систем, которые переходят из устойчивого в неустойчивое состояние при изменении входного воздействия.

3. Как выглядят АЧХ интегрирующего и дифференцирующего звена первого порядка? Второго порядка?

4. Какую частоту дискретизации должен иметь ЦАП-ШИМ, чтобы синусоидальный сигнал частотой 10 кГц приблизить не хуже 1%?

Задания

1. Напишите функции для управления ключом, считывания показаний термодатчика и контрольных сигналов. Рекомендуется использовать функции со следующей сигнатурой:

```
// Установить состояние ключа. state = 0 - закрыт, state = 1 - открыт
```

```
void set_switch(int state);
```

```
//Считать показания температуры с датчика
```

```
//Возвращает: температуру в градусах
```

```
float read_temp(void);
```

```
//Считать показания сигнала #OVERHEAT
```

```
//Возвращает: 1 - нормальная работа, 0 - перегрев
```

```
int read_noverheat(void);
```

2. Разработайте программу, позволяющую управлять ключом при помощи кнопки, отображающую изменение температуры во времени на графике, а также сигнализирующую о перегреве.

3. Пронаблюдайте реакцию температуры на ступеньку полной мощности для пустого держателя, и с различными цилиндрами.

4. Усовершенствуйте программу, написанную в предыдущем задании таким образом, чтобы она могла задавать произвольную мощность в нагрузку с помощью ШИМ. Выберите разумное значение периода T .
5. Напишите программу для автоматического регулирования температуры нагревателя с вставленным цилиндром. Программа должна удерживать заданную температуру с точностью не хуже $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и обеспечивать выход на режим за время не более двух минут. Определите величину перерегулирования вашей системы управления.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «ТСАНИ» (Технические средства автоматизации научных исследований)
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль: все профили**

| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ | Подпись ответственного |
|---|--|--|------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |