

**ВЫСШЕЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ**

В. В. Крутских

# МОДЕЛИРОВАНИЕ В LABVIEW

**УМО ВО**  
РЕКОМЕНДУЕТ

 **юрайт**  
издательство

# Оглавление

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Предисловие .....</b>                                                     | <b>9</b>  |
| <b>Тема 1. Основы программирования в LabVIEW .....</b>                       | <b>12</b> |
| 1.1. NI LabVIEW: история создания .....                                      | 13        |
| 1.2. Так что же такое LabVIEW? .....                                         | 13        |
| 1.3. Программа и возможности языка .....                                     | 15        |
| 1.4. Просто о парадигме LabVIEW .....                                        | 17        |
| 1.5. Библиотеки .....                                                        | 19        |
| 1.6. Настройки пользователя .....                                            | 19        |
| 1.7. Основы LabVIEW — переменные, массивы, структуры .....                   | 20        |
| 1.7.1. Ввод и вывод данных (Control, Constant, Indicator) .....              | 20        |
| 1.7.2. Работа с массивами (array) .....                                      | 22        |
| 1.7.3. Работа со структурами (Structure) .....                               | 23        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                             | 24        |
| 1.8. Основы LabVIEW: ветвления, циклы, графики .....                         | 24        |
| 1.8.1. Ветвления (If, Case select) .....                                     | 24        |
| 1.8.2. Циклы (For, While) .....                                              | 25        |
| 1.8.3. Построение графиков .....                                             | 27        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                             | 28        |
| 1.9. Свойства объектов ввода-вывода .....                                    | 29        |
| 1.9.1. Свойства текстового и числового полей ввода .....                     | 29        |
| 1.9.2. Свойства графиков .....                                               | 31        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                             | 32        |
| <b>Тема 2. Моделирование и обработка<br/>радиотехнических сигналов .....</b> | <b>33</b> |
| 2.1. Генерация простых сигналов и их обработка .....                         | 33        |
| 2.1.1. Задача 1. Построение эмулятора сигнала .....                          | 34        |
| 2.1.2. Задача 2. Построить спектрограмму .....                               | 35        |
| 2.1.3. Задача 3. Фильтрация .....                                            | 36        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                             | 37        |

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2. Моделирование линейных цепей и прохождение через них элементарных сигналов.....                      | 37        |
| 2.2.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 37        |
| 2.2.2. Задача 1. Построение АЧХ и ФЧХ линейных цепей .....                                                | 41        |
| 2.2.3. Задача 2. Модель прохождения сигнала через цепь спектральным методом .....                         | 42        |
| 2.2.4. Задача 3. Модель прохождения сигнала через цепь разностным методом .....                           | 44        |
| <i>Контрольные вопросы.....</i>                                                                           | 45        |
| 2.3. Моделирование сигналов с различными видами амплитудной модуляции и исследование их характеристик.... | 45        |
| 2.3.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 45        |
| 2.3.2. Задача 1. Программирование модели амплитудно-модулированного сигнала .....                         | 46        |
| 2.3.3. Задача 2. Исследование АМ сигнала .....                                                            | 47        |
| 2.3.4. Задача 3. Исследование сигналов с одной боковой полосой и подавленной несущей .....                | 47        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                                                                 | 48        |
| 2.4. Моделирование детектора амплитудно-модулированного сигнала .....                                     | 48        |
| 2.4.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 48        |
| 2.4.2. Задача 1. Программирование модели амплитудного детектора .....                                     | 48        |
| 2.4.3. Задача 2. Исследование детектированного сигнала .....                                              | 50        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                                                                 | 50        |
| <b>Тема 3. Моделирование систем связи .....</b>                                                           | <b>52</b> |
| 3.1. Моделирование передающей части системы с временным разделением каналов .....                         | 52        |
| 3.1.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 52        |
| 3.1.2. Моделирование передающей части ВРК .....                                                           | 53        |
| 3.1.3. Исследование передающей части системы ВРК .....                                                    | 57        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                                                                 | 58        |
| 3.2. Моделирование приемной части системы с временным разделением каналов.....                            | 58        |
| 3.2.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 58        |
| 3.2.2. Моделирование приемной части системы ВРК .....                                                     | 58        |
| 3.2.3. Исследования приемной части системы ВРК .....                                                      | 62        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                                                                 | 62        |
| 3.3. Моделирование системы временным разделением каналов с учетом помех.....                              | 62        |
| 3.3.1. Теоретическая подготовка .....                                                                     | 62        |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2. Моделирование влияния помех .....                  | 62 |
| 3.3.3. Исследования влияния помехи<br>на систему ВРК..... | 65 |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                          | 66 |

## **Тема 4. Проекты в LabVIEW и программные**

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>комплексы</b> .....                                                         | <b>67</b> |
| 4.1. Проекты и программы .....                                                 | 67        |
| 4.1.1. Проект и каркас программы .....                                         | 68        |
| 4.1.2. Интерфейс программ на LabVIEW .....                                     | 69        |
| 4.1.3. Рабочее тело программы .....                                            | 71        |
| 4.1.4. Оптимизация и визуализация кода программы .....                         | 72        |
| 4.1.5. Отчет в текстовом формате .....                                         | 74        |
| 4.1.6. Запись в файл отчета .....                                              | 76        |
| <i>Задание для самостоятельного решения</i> .....                              | 77        |
| 4.2. Формирование отчетов .....                                                | 77        |
| 4.2.1. Основы языка Html .....                                                 | 77        |
| 4.2.2. Вспомогательная программа на LabVIEW .....                              | 78        |
| 4.2.3. Генерация заголовков .....                                              | 79        |
| 4.2.4. Генерация текста и его стили .....                                      | 80        |
| 4.2.5. Генерация текста списка.....                                            | 81        |
| 4.2.6. Генерация таблицы .....                                                 | 82        |
| 4.2.7. Вставка рисунка .....                                                   | 83        |
| 4.2.8. Вставка графика.....                                                    | 85        |
| <i>Задание для самостоятельной работы</i> .....                                | 86        |
| 4.3. Работа с базами данных .....                                              | 86        |
| 4.3.1. Кратко о базах данных и языке SQL .....                                 | 87        |
| 4.3.2. Подготовка проекта и подключение БД.....                                | 89        |
| 4.3.3. Подготовка интерфейса и создание источников<br>данных.....              | 91        |
| 4.3.4. Задача 1. Добавление данных в таблицу.....                              | 93        |
| 4.3.5. Задача 2. Добавление карточки с разнородными<br>данными в таблицу ..... | 94        |
| 4.3.6. Задача 3. Удаляем строку (запись) из таблицы.....                       | 95        |
| 4.3.7. Задача 4. Чтение строк из таблицы .....                                 | 96        |
| 4.3.8. Задача 5. Редактируем строку в таблице .....                            | 97        |
| <i>Задание для самостоятельной работы</i> .....                                | 100       |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                               | 100       |
| 4.4. Компиляция и создание дистрибутива.....                                   | 100       |
| <i>Контрольные вопросы и задачи для самостоятельного<br/>решения</i> .....     | 106       |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Тема 5. Работа с измерительными приборами.....</b>                   | <b>107</b> |
| 5.1. Генераторы и формирование сигналов .....                           | 111        |
| 5.1.1. Теоретическая подготовка .....                                   | 112        |
| 5.1.2. Практическая часть работы.....                                   | 112        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                               | <i>114</i> |
| 5.2. Измерение мультиметром.....                                        | 114        |
| 5.2.1. Теоретическая подготовка .....                                   | 114        |
| 5.2.2. Практическая часть работы.....                                   | 114        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                               | <i>119</i> |
| <i>Задание для самостоятельного решения .....</i>                       | <i>120</i> |
| 5.3. Осциллограф и осциллографические измерения.....                    | 120        |
| 5.3.1. Теоретическая подготовка .....                                   | 120        |
| 5.3.2. Практическая часть работы.....                                   | 121        |
| <i>Контрольные вопросы и задания.....</i>                               | <i>123</i> |
| 5.4. Анализаторы цепей и элементов .....                                | 123        |
| 5.4.1. Теоретическая подготовка .....                                   | 123        |
| 5.4.2. Практическая часть работы.....                                   | 124        |
| <i>Контрольные вопросы.....</i>                                         | <i>125</i> |
| <b>Тема 6. LabVIEW и Arduino.....</b>                                   | <b>127</b> |
| 6.1. Arduino .....                                                      | 128        |
| 6.2. Последовательный порт RS-232.....                                  | 130        |
| 6.3. Интерфейс I2C .....                                                | 131        |
| 6.4. Интерфейс SPI .....                                                | 133        |
| 6.5. Подключение Arduino .....                                          | 136        |
| 6.5.1. Используемое оборудование .....                                  | 136        |
| 6.5.2. Теоретическая подготовка .....                                   | 136        |
| 6.5.3. Включение и настройка.....                                       | 137        |
| 6.5.4. Цифровой вывод .....                                             | 137        |
| 6.5.5. Цифровой ввод.....                                               | 138        |
| 6.5.6. Аналоговый ввод.....                                             | 140        |
| 6.5.7. Вывод информации в последовательный порт .....                   | 141        |
| <i>Контрольные вопросы.....</i>                                         | <i>142</i> |
| 6.6. Передача данных от устройства к компьютеру через<br>COM-порт ..... | 142        |
| 6.6.1. Теоретическая подготовка .....                                   | 143        |
| 6.6.2. Программа генерации данных с датчика DTH-11.....                 | 143        |
| 6.6.3. Программа на LabVIEW чтения данных из порта .....                | 144        |
| 6.6.4. Программа на LabVIEW обработки данных .....                      | 146        |
| <i>Контрольные вопросы.....</i>                                         | <i>149</i> |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.7. Передача данных из программы на LabVIEW<br>в устройство на Arduino.....  | 149        |
| 6.7.1. Теоретическая подготовка .....                                         | 150        |
| 6.7.2. Программа считывания данных из COM-порта<br>на Arduino .....           | 150        |
| 6.7.3. Программа на LabVIEW считывания и передачи<br>данных к устройству..... | 152        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                              | 154        |
| 6.8. Библиотека Arduino в LabVIEW .....                                       | 154        |
| 6.8.1. Подготовка к работе.....                                               | 154        |
| 6.8.2. Считывание и запись в цифровой порт Arduino .....                      | 156        |
| 6.8.3. Запись в аналоговый порт Arduino.....                                  | 156        |
| 6.8.4. Чтение из аналогового порта Arduino.....                               | 157        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                              | 158        |
| <b>Приложения .....</b>                                                       | <b>159</b> |
| Приложение 1. Амплитудная модуляция и ее разновидности.....                   | 159        |
| Приложение 2. Параметры мультиметра NI PXI-4072 .....                         | 160        |
| Приложение 3. Параметры осциллографа NI PX1-51xx .....                        | 163        |
| Приложение 4. Параметры источника питания NI PXI-4110.....                    | 164        |
| Приложение 5. Параметры Arduino Uno .....                                     | 164        |
| Приложение 6. Параметры Arduino Mega-2560 .....                               | 167        |
| <b>Литература .....</b>                                                       | <b>170</b> |