

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра вычислительной
техники (ВТ_ИКИТ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра вычислительной техники
(ВТ_ИКИТ)

наименование кафедры

О.В. Непомнящий

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Дисциплина Б1.О.07 Контрольно-измерительные и управляющие
системы

Направление подготовки / 09.04.01 Информатика и вычислительная
специальность техника, программа 09.04.01.04 Технология
разработки программного обеспечения

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

090000 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника,

программа 09.04.01.04 Технология разработки программного

обеспечения 2020г.

Программу
составили

канд.техн.наук, Зав.кафедрой, Непомнящий Олег
Владимирович;канд.техн.наук, Доцент, Недорезов
Дмитрий Александрович;Старший преподаватель,
Титовская Татьяна Сергеевна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью дисциплины является изучение и получение практических навыков в следующих направлениях:

- современные методы управления и обработки информации;
- архитектура современных аппаратно-программных комплексов управления и обработки информации;
- программное обеспечение систем управления и обработки информации;
- промышленное производство и применение систем управления и обработки информации;
- разработка и применение нормативной документации в промышленности.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В процессе обучения студенты знакомятся с теорией проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления, методами автоматизированного производства, контроля и испытаний изделий гражданского и специального применения. Получают навыки в написании программ для автоматизированной обработки информации и управления. Изучают современные аппаратные и программные средства поддержки проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Получают практические навыки разработчика аппаратно-программных комплексов. Готовятся к решению следующих профессиональных задач:

Научно-исследовательская деятельность

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- имитационное и полунатурное моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- правовая охрана полученных результатов интеллектуальной

деятельности.

Проектно-технологическая деятельность

- применение современных средств при разработке программного обеспечения.

- использование стандартов и типовых методов контроля и оценки качества программной продукции.

- участие в работах по автоматизации технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.

- монтажно-наладочная деятельность

- наладка, настройка, регулировка и опытная проверка ЭВМ, периферийного оборудования и программных средств.

- сопряжение устройств и узлов вычислительного оборудования, монтаж, наладка, испытание и сдача в эксплуатацию аппаратно-программных комплексов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-5:Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем;	
ИД-1:Знать: современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	
Уровень 1	методы разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем
ИД-2:Уметь: модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач	
Уровень 1	проектировать аппаратное обеспечение автоматизированных систем обработки информации и управления
ИД-3:Иметь навыки: разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач	
Уровень 1	опытом обоснования результатов функционирования разработанных автоматизированных систем обработки информации и управления
ОПК-6:Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;	
ИД-1:Знать: аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	
Уровень 1	методы обоснования результатов функционирования разработанных информационных моделей
ИД-2:Уметь: анализировать техническое задание, разрабатывать и оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и	

автоматизированного проектирования	
Уровень 1	проектировать автоматизированные системы обработки информации и управления с использованием систем автоматизированного проектирования
ИД-3:Иметь навыки: составления технической документации по использованию и настройке компонентов программно-аппаратного комплекса	
Уровень 1	навыками моделирования систем с использованием систем автоматизированного проектирования

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины и практики, освоение которых необходимо, как предшествующее данной дисциплине:

Введение в инженерную деятельность
 Методы оптимизации
 Моделирование систем

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо, как предшествующее:

Научно-исследовательская работа
 Технологическая (проектно-технологическая) практика

1.5 Особенности реализации дисциплины Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=33886>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	2 (72)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Обзор современных автоматизированных систем обработки информации управления	1,25	0	1	5	
2	Раздел 2. Администрирование National Instruments LabVIEW	1,5	0	3	3	
3	Раздел 3. Структуры и функции LabVIEW	5,75	0	5	25	
4	Раздел 4. Проектирование аппаратно-программных систем	4	0	3	17	
5	Раздел 5. Программируемые логические интегральные схемы в автоматизированных системах обработки информации и управления	2	0	6	8	

6	Раздел 6. Автоматизированные системы обработки информации и управления в промышленности	3,5	0	0	14	
Всего		18	0	18	72	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Тема 1. Виды и назначение автоматизированных систем обработки информации и управления	0,25	0	0
2	1	Тема 2. Современные производители и типы оборудования для автоматизированных систем обработки информации и управления	0,25	0	0
3	1	Тема 3. Современные системы программирования автоматизированных систем обработки информации и управления	0,25	0	0
4	1	Тема 4. National Instruments LabVIEW. Сферы применения, основные модули и функции	0,25	0	0
5	1	Тема 5. Проектирование информационных систем	0,25	0	0
6	2	Тема 6. Администрирование LabVIEW	0,5	0	0

7	2	Тема 7. Разработка проектов	0,5	0	0
8	2	Тема 8. Отладка автоматизированных информационных систем	0,5	0	0
9	3	Тема 9. Модульное программирование	0,25	0	0
10	3	Тема 10. Циклы и условия	0,25	0	0
11	3	Тема 11. Типы данных, переменные и константы	0,25	0	0
12	3	Тема 12. Функции работы с числовым и логическим типами данных	0,25	0	0
13	3	Тема 13. Функции работы с типом данных. Путь и функции сравнения	0,25	0	0
14	3	Тема 14. Массивы и кластеры	0,25	0	0
15	3	Тема 15. Работа с файлами	0,25	0	0
16	3	Тема 16. Парадигма потоков данных	0,25	0	0
17	3	Тема 17. Управление потоками данных	0,25	0	0
18	3	Тема 18. Математический аппарат, применяемый в автоматизированных системах обработки информации и управления	0,25	0	0
19	3	Тема 19. Функции работы со строковыми данными	0,25	0	0
20	3	Тема 20. Функции работы с датой и временем	0,5	0	0

21	3	Тема 21. Организация интерфейса «человек-машина» при выполнении автоматизированных информационных систем	0,5	0	0
22	3	Тема 22. Функции организации распределенных систем сбора данных и управления	0,5	0	0
23	3	Тема 23. Оптимизация кода в LabVIEW, декорирование кода и комментарии	0,5	0	0
24	3	Тема 24. Сложные элементы управления данными	0,5	0	0
25	3	Тема 25. Использование внешнего кода в LabVIEW	0,5	0	0
26	4	Тема 26. Простейшие методы сбора данных от объектов контроля	0,5	0	0
27	4	Тема 27. Обзор основных типов контрольно-проверочной аппаратуры	0,5	0	0
28	4	Тема 28. Аналоговый ввод/вывод	0,5	0	0
29	4	Тема 29. Дискретный ввод/вывод, аппаратные и программные счетчики	0,5	0	0
30	4	Тема 30. Синхронизация операций на одном и на нескольких контрольно-проверочных устройствах, коммутаторы сигналов	0,5	0	0
31	4	Тема 31. National Instruments DAQmx	0,5	0	0
32	4	Тема 32. Прикладные интерфейсы передачи и приема данных в промышленности	0,5	0	0

33	4	Тема 33. Прикладные приемы программирования для оптимизации работы аппаратно-программных систем	0,5	0	0
34	5	Тема 34. Системы реального времени в современной контрольно-проверочной аппаратуре	0,5	0	0
35	5	Тема 35. Обзор современной контрольно-проверочной аппаратуры на основе программируемых логических интегральных схем	0,5	0	0
36	5	Тема 36. Общее описание LabVIEW FPGA	0,5	0	0
37	5	Тема 37. Программирование в LabVIEW FPGA	0,5	0	0
38	6	Тема 38. Ведение сопроводительной документации информационных систем	0,5	0	0
39	6	Тема 39. Особенности испытаний систем специального назначения	0,5	0	0
40	6	Тема 40. Примеры реализации аппаратно-программных комплексов для автоматизации в промышленности	0,5	0	0
41	6	Тема 41. Программирование контрольно-проверочной аппаратуры на текстовых языках	0,5	0	0

42	6	Тема 42. Применение языков операторского уровня в автоматизированных системах обработки информации и управления	0,5	0	0
43	6	Тема 43. Перспективные методы испытаний изделий специального назначения	0,5	0	0
44	6	Тема 44. Охрана прав на интеллектуальную собственность в сфере автоматизированных систем обработки информации и управления	0,5	0	0
Всего			1,5	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Первичное ознакомление с промышленным и учебным оборудованием и средой программирования LabVIEW	1	0	0
2	2	Лицевая панель и блок-диаграмма. Меню настроек среды. Поиск элементов управления, функций и примеров. Помощь	1	0	0
3	2	Создание проектов, приложений и дистрибутивов	1	0	0

4	2	Отладка автоматизированных информационных систем	1	0	0
5	3	Использование подприборов	1	0	0
6	3	Проект «Калькулятор»	1	0	0
7	3	Проект «Самопроверка внешних каналов ввода/вывода контрольно-проверочной аппаратуры»	1	0	0
8	3	Проект «Разработка логических структур мультплексного канала обмена по ГОСТ 52070-2003»	1	0	0
9	3	Проект «Удаленное управление электронным устройством»	1	0	0
10	4	Проект «Автоматический расчет маршрутов испытаний»	1	0	0
11	4	Проект «Гальванически развязанная система связи»	1	0	0
12	4	Проект «Дальномер»	1	0	0
13	5	Проект «Генератор сигналов произвольной формы в реальном времени»	1	0	0
14	5	Проект «Анализатор сигналов произвольной формы в реальном времени»	1	0	0
15	5	Проект «Имитатор электронного устройства в реальном времени»	2	0	0
16	5	Проект «Многофункциональная аппаратно-программная автоматизированная система обработки информации и управления»	2	0	0
Итого			18	0	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

8 Методические указания для обучающихся по освоению

дисциплины (модуля)

Контроль самостоятельной работы осуществляется в ходе защиты лабораторных работ, выполнения тестовых заданий и экзамена.

Тема 1. Виды и назначение автоматизированных систем обработки информации и управления. Объем- 1 час

Состав темы: Цель и задачи курса, его роль в подготовке специалистов по вычислительной технике. Основные исторические сведения развития автоматизированных систем обработки информации и управления. Современные тенденции развития в предметной области. Типы и назначение автоматизированных систем обработки информации и управления.

Тема 2. Современные производители и типы оборудования для автоматизированных систем обработки информации и управления. Объем- 1 час

Состав темы: Промышленные и гражданские стандарты контрольно-проверочного оборудования. Сравнение характеристик оборудования различных производителей. Обзор типов контрольно-проверочной аппаратуры.

Тема 3. Современные системы программирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Объем- 1 час

Состав темы: Языки программирования, применяемые для разработки автоматизированных систем обработки информации и управления. Сравнение графических и текстовых систем разработки программного обеспечения.

Тема 4. National Instruments LabVIEW. Сферы применения, основные модули и функции- 1 час

Состав темы: Определение и место в классификации National Instruments LabVIEW. Сферы применения, основные модули и функции.

Тема 5. Проектирование информационных систем. Объем- 1 час

Состав темы: Постановка задач. Разработка и формализация алгоритмов. Кодирование. Отладка кода. Внедрение и сопровождение автоматизированных информационных систем.

Тема 6. Администрирование LabVIEW. Объем- 1 час

Состав темы: Лицевая панель и блок-диаграмма. Меню настроек среды. Поиск элементов управления, функций и примеров. Помощь.

Тема 7. Разработка проектов в LabVIEW. Объем- 1 час

Состав темы: Создание и использование проектов LabVIEW. Административное назначение проектов. Создание приложений и дистрибутивов. Разработка сложных проектов, содержащих специализированные функции.

Тема 8. Отладка автоматизированных информационных систем. Объем- 1 час

Состав темы: Режимы отладки. Установка контрольных точек. Трассировка кода. Управление потоком ошибок.

Тема 9. Модульное программирование в LabVIEW. Объем- 1 час

Состав темы: Виртуальные приборы и подприборы. Объединение подприборов в системы.

Тема 10. Циклы и условия. Объем- 1 час

Состав темы: Цикл While. Цикл For. Case-структура. If-структура.

Тема 11. Типы данных, переменные и константы. Объем- 2 часа

Состав темы: Константы. Локальные, глобальные и сетевые переменные. Типы данных и их представления.

Тема 12. Функции работы с числовым и логическим типами данных. Объем- 1 час

Состав темы: Функции работы с числовым и логическим типами данных, в том числе, их взаимное преобразование.

Тема 13. Функции работы с типом данных путь и функции сравнения. Объем- 1 час

Состав темы: Функции статического и динамического формирования путей. Функции сравнения.

Тема 14. Массивы и кластеры. Объем- 2 часа

Состав темы: Создание массивов и кластеров элементов лицевой панели. Создание массивов и кластеров элементов блок-диаграммы. Операции над массивами и кластерами.

Тема 15. Работа с файлами. Объем- 2 часа

Состав темы: Форматы файлов. Функции ввода/вывода для работы с файлами.

Тема 16. Парадигма потоков данных. Объем- 1 час

Состав темы: Одноконтурные и многоконтурные архитектуры. Параллелизм. Архитектура типа ведущий/ведомый.

Тема 17. Управление потоками данных. Объем- 3 часа

Состав темы: Структуры последовательности. Событийное программирование. Явление «гонки сигналов». Синхронизация программными и аппаратными методами. Функции синхронизации. Узлы обратной связи и сдвиговые регистры.

Тема 18. Математический аппарат, применяемый в автоматизированных системах обработки информации и управления. Объем- 1 час

Состав темы: Положения теории графов. Дискретизация. Преобразование Фурье. Палитра математических функций LabVIEW.

Тема 19. Функции работы со строковыми данными. Объем- 1 час

Состав темы: Функции работы со строковыми данными в LabVIEW.

Тема 20. Функции работы с датой и временем. Объем- 1 час

Состав темы: Функции работы с датой и временем в LabVIEW.

Тема 21. Организация интерфейса «человек-машина» при выполнении автоматизированных информационных систем. Объем- 1 час

Состав темы: Диалоги. Динамическое формирование отчетов в LabVIEW.

Тема 22. Функции организации распределенных систем сбора данных и управления. Объем- 1 час

Состав темы: Функции TCP. Сетевые переменные.

Тема 23. Оптимизация кода в LabVIEW, декорирование кода и комментарии. Объем- 3 часа

Состав темы: Приемы устранения избыточности. Экономичные структуры и элементы. Декорирование кода. Комментарии.

Тема 24. Сложные элементы управления данными. Объем- 2 часа

Состав темы: Узлы свойств. Узлы вызовов. Функции динамического управления приложениями.

Тема 25. Использование внешнего кода в LabVIEW. Объем- 2 часа

Состав темы: Вызов библиотечных функций. Использование кода

C++. Использование кода Verilog и VHDL.

Тема 26. Простейшие методы сбора данных от объектов контроля. Объем- 2 часа

Состав темы: VISA. Библиотеки прикладных функций. Компоненты стандартной системы сбора данных и архитектуры современных промышленных систем.

Тема 27. Обзор основных типов контрольно-проверочной аппаратуры Объем- 2 часа

Состав темы: Типы аппаратуры. Кабели и клеммные соединители. Сопроводительная документация аппаратуры.

Тема 28. Аналоговый ввод/вывод. Объем- 2 часа

Состав темы: Аналогово-цифровые преобразователи. Буферизация. Подбор частоты дискретизации. Ошибки при приеме и обработке аналогового сигнала. Цифро-аналоговые преобразователи. Генераторы аналоговых сигналов. Программные функции работы с аналоговыми сигналами.

Тема 29. Дискретный ввод/вывод, аппаратные и программные счетчики. Объем- 2 часа

Состав темы: Уровни сигналов. Формирование данных для вывода в дискретной форме. Программные функции дискретного ввода/вывода.

Тема 30. Синхронизация операций на одном и на нескольких контрольно-проверочных устройствах, коммутаторы сигналов. Объем- 2 часа

Состав темы: Задачи синхронизации. Способы аппаратной синхронизации. Виды синхронизации. Виды коммутационной аппаратуры. Программные функции работы с коммутаторами.

Тема 31. National Instruments DAQmx. Объем- 2 часа

Состав темы: Назначение и программные функции National Instruments DAQmx.

Тема 32. Прикладные интерфейсы передачи и приема данных в промышленности. Объем- 2 часа

Состав темы: MilStd-1553, RS-232/422/485, SPI, SpaceWire, LVDS-m и др.

Тема 33. Прикладные приемы программирования для

оптимизации работы аппаратно-программных систем. Объем- 2 часа

Состав темы: Выбор метода сбора данных и управления. Выбор метода синхронизации. Выбор типа оборудования.

Тема 34. Системы реального времени в современной контрольно-проверочной аппаратуре. Объем- 2 часа

Состав темы: Определение и типы систем реального времени. Программные и аппаратные системы реального времени. Прикладные задачи реального времени.

Тема 35. Обзор современной контрольно-проверочной аппаратуры на основе программируемых логических интегральных схем. Объем- 2 часа

Состав темы: Производители и типы контрольно-проверочной аппаратуры на основе программируемых логических интегральных схем. Характеристики аппаратуры.

Тема 36. Общее описание LabVIEW FPGA. Объем- 2 часа

Состав темы: Определение и сфера применения LabVIEW FPGA. Программные системы программирования логических интегральных схем.

Тема 37. Программирование в LabVIEW FPGA. Объем- 2 часа

Состав темы: Реализация высокоскоростного ввода/вывода. Тактирование и счетчики. Специализированные функции. Ограничения накладываемые на язык G в ПЛИС.

Тема 38. Ведение сопроводительной документации информационных систем. Объем- 2 часа

Состав темы: Единая система конструкторской документации. Единая система программной документации.

Тема 39. Особенности испытаний систем специального назначения. Объем- 2 часа

Состав темы: Факторы, дестабилизирующие работу изделий специального назначения. Методы повышения надежности изделий специального назначения.

Тема 40. Примеры реализации аппаратно-программных комплексов для автоматизации в промышленности. Объем- 2 часа

Состав темы: Описание испытательных комплексов бортовой электронной аппаратуры произведенных в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева».

Тема 41. Программирование контрольно-проверочной аппаратуры на текстовых языках. Объем- 2 часа

Состав темы: Программные функции, поставляемые с аппаратурой. Демонстрация прикладного программного обеспечения на основе C++, Verilog, VHDL.

Тема 42. Применение языков операторского уровня в автоматизированных системах обработки информации и управления
Объем- 2 часа

Состав темы: Демонстрация прикладных решений National Instruments TestStand и Диполь.

Тема 43. Перспективные методы испытаний изделий специального назначения
Объем- 2 часа

Состав темы: Демонстрация новых методов испытаний бортовой электронной аппаратуры космических аппаратов, защищенных патентами на изобретения.

Тема 44. Охрана прав на интеллектуальную собственность в сфере автоматизированных систем обработки информации и управления. Объем- 2 часа

Состав темы: Патентоспособность и особенности патентования разработок в сфере автоматизированных систем обработки информации и управления.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	- National Instruments LabVIEW 2010 и позднее, включая FPGA-модуль.
9.1.2	- National Instruments TestStand.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не требуется
-------	--------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория, оборудованная:

- проекционным оборудованием рабочего места преподавателя;

- маркерной доской.

Учебный класс персональных ЭВМ IBM-PC-PII – 10

Лабораторные стенды – National Instruments MyRIO, PXI, PCI или USB оборудование.

Специализированное программное обеспечение National Instruments и др.

Специализированные устройства расширения и измерительные приборы (осциллографы, ампер-вольтметры, логические анализаторы и др.)