

УТВЕРЖДАЮ

Зам. проректора-директора ИК по УР



С.А. Гайворонский

« 30 » 08 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ:**

**«АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ, КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ»**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 221700 «Стандартизация и метрология»

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Стандартизация и метрология в приборостроении

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): бакалавр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2014 г.

КУРС 4; СЕМЕСТР 7;

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 4

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Общая электротехника», «Электроника», «Цифровая электроника», «Микропроцессоры в измерительных устройствах»

КОРЕКВИЗИТЫ: Дисциплины профессионального цикла

**ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:**

|                        |       |              |
|------------------------|-------|--------------|
| ЛЕКЦИИ                 | 36    | часов (ауд.) |
| ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ   | 36    | часа (ауд.)  |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ   | 0     | часов (ауд.) |
| АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ     | 72    | часов        |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | 90    | часов        |
| ИТОГО                  | 162   | часов        |
| ФОРМА ОБУЧЕНИЯ         | очная |              |

**ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЭКЗАМЕН В 7 СЕМЕСТРЕ**

**ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:** Кафедра компьютерных измерительных систем и метрологии ИК

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ  
д.т.н., профессор



О.В. Стукач

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП  
к.ф.н. ст.н.с., доцент



В.Ю. Казаков

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ  
к.т.н., доцент



А. И. Заревич

## **1. Цели освоения дисциплины**

В результате освоения данной дисциплины бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей **Ц1, Ц2, Ц3 и Ц4** основной образовательной программы «Стандартизация и метрология»

**Целью преподавания дисциплины** является теоретическая и практическая подготовка студентов в области автоматизация измерений, контроля и испытаний, формирование первоначальных знаний и умений при анализе структур и элементов автоматизированных измерительных систем, а также выработки у студентов положительной мотивации к самостоятельной работе и самообразованию.

**Цель** является композицией следующих подцелей:

- **социально-личностных (Ц1) и общенаучных (Ц2)** при академической подготовке бакалавра;
- **общепрофессиональных (Ц3) и специальных (Ц4)** при его профессиональной подготовке.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Автоматизация измерений, контроля и испытаний» относится к вариативной части дисциплин профессионального цикла.

Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла («Высшая математика», «Информатика», «Физика») и общепрофессионального цикла («Общая электротехника», «Электроника», «Цифровая электроника», «Микропроцессоры в измерительных устройствах») и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

## **3. Результаты освоения дисциплины**

**Результаты обучения** выражаются через:

**Социально-личностные компетенции:**

- готовность к самостоятельной работе (P1.1);
- умение планировать и организовывать деятельность (P1.2);
- готовность к саморазвитию при обучении (P1.3);
- умение работать в группе (P1.4).

**Общенаучные компетенции:**

- знание принципов формирования основ и концепций дисциплины, её развития (P2.1);
- умения использовать результаты изучения дисциплин пререквизитов и сквозного обучения (P2.2);
- умение использовать современные информационные технологии (P2.3);
- владение приёмами информационно-описательной деятельности в т.ч. методами обнаружения и решения проблем (P2.4);

- владение иностранным языком на уровне дисциплинарных коммуникаций (Р2.5).

### **Общепрофессиональные и специальные компетенции (Р3):**

- **базовый уровень (Р3.1) – знать:**

- задачи и компоненты автоматизации измерений, контроля и испытаний;

- базовые элементы технического обеспечения, осуществляющие восприятие, передачу, обработку и представление измерительной информации;

- особенности применения современных информационных и программных технологий для построения АСИКИ;

- метрологические характеристики АСИКИ и методы расчета погрешностей;

- тенденции развития систем автоматизации; нормативно-техническую документацию по АСИКИ;

- **уровень средней сложности (Р3.2) – уметь:**

- узнавать структуры и схемы АСИКИ;

- анализировать работу компонентов АСИКИ в статическом и динамическом режимах;

- изображать частотные и временные характеристики, адекватно поясняющие работу аналоговых и цифровых подсистем;

- использовать стандартные интерфейсы для организации работы АСИКИ;

- **системный уровень (Р3.3) – анализировать работу АСИКИ, электрическую, информационную и конструктивную совместимость, разрабатывать программное обеспечение для организации работы АСИКИ, осуществлять системотехническое и схемотехническое проектирование АСИКИ.**

В результате изучения данной дисциплины студент должен также **понимать:**

- научно-техническую лексику (терминологию);

- междисциплинарный характер дисциплины, достижения которой оказывают большое влияние на общий уровень развития средств измерения, контроля и диагностики.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

| № | Название раздела/темы                               | Аудиторная работа (час) |           | СРС (час) | Итого | Формы текущего контроля и аттестации |
|---|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------|--------------------------------------|
|   |                                                     | Лекции                  | Лаб. зан. |           |       |                                      |
| 1 | Введение                                            | 2                       | 4         | 4         | 10    | Отчеты по лабораторным работам       |
| 2 | Классификация и архитектура АСИКИ                   | 2                       |           | 4         | 6     | Письменный отчет                     |
| 3 | Восприятие измерительной информации                 | 6                       | 4         | 12        | 22    | Отчеты по лабораторным работам       |
| 4 | Передача информации                                 | 14                      | 8         | 38        | 60    | Отчеты по лабораторным работам       |
| 5 | Обработка информации и автоматизация в АСИКИ        | 2                       | 4         | 4         | 10    | Отчеты по лабораторным работам       |
| 6 | Метрологические характеристики систем автоматизации | 2                       |           | 4         | 6     | Письменный отчет                     |
| 7 | Особенности автоматизации контроля и испытаний      | 2                       |           | 4         | 6     | Письменный отчет                     |
| 8 | Промежуточная аттестация                            |                         |           |           |       | Экзамен                              |
|   | Итого                                               | 30                      | 20        | 70        | 120   |                                      |

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Введение

*Лекция.* Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и термины. Назначение, состав, структура АСИКИ.

*Лабораторная работа 1.* Изучение технологии графического программирования LabView.

*Индивидуальное задание 1.* Принципы создания АС.

#### Раздел 2. Классификация и архитектура АСИКИ

*Лекция.* Классификация АСИКИ. Функции отдельных уровней иерархической системы автоматизации. Устройства связи с объектом.

#### Раздел 3. Восприятие измерительной информации

*Лекция.* Первичные измерительные преобразователи (датчики). Параметры первичных измерительных преобразователей. Сопряжение датчиков с системой. Аналитическая градуировка датчиков. Аппроксимация градуировочной характеристики. Фильтрация сигналов. Масштабирование в измерительном канале. Выбор АЦП. Коммутация измерительных каналов. Типы, параметры коммутаторов. Погрешность коммутатора. Многоканальный сбор данных. Выбор цикла опроса датчиков

*Лабораторная работа 2.* Изучение и работа с многофункциональной платой сбора данных.

*Индивидуальное задание 2.* Архитектура МП, МК, ЭВМ.

*Индивидуальное задание 3.* Защита АСИКИ от помех.

#### **Раздел 4. Передача информации**

*Лекция.* Типы интерфейсов. Требования к совместимости элементов ИИС. Физическая реализация интерфейсных шин. Принципы обмена данными по магистральному интерфейсу. Программный обмен, обмен с прерываниями, прямой доступ к памяти. Обеспечение помехоустойчивости передачи данных. Параллельный интерфейс ИРПР (Centronics). Общие сведения. Логическая организация. Характеристики сигналов. Обмен данными. Порты адаптера параллельной связи. Программная реализация обмена данными. Подключение внешних устройств и разработка их драйверов. Стандарты RS-422 и RS-485. Интерфейсы Fieldbus, USB. Стандартный интерфейс GPIB. Общая характеристика интерфейса, структура и назначение шин и линий. Сигналы интерфейса. Сообщения интерфейса. Функциональная организация GPIB. Протоколы источника и приемника для одного байта. Адресация. Передача многобайтного сообщения. Протоколы последовательного и параллельного опросов GPIB. Коды и форматы сообщений. Стандарт IEEE 488.2. Стандартные команды для программируемых приборов (CSPi). Физическая реализация GPIB. Пример интерфейсной части приемника. Пример реализации контроллера. Программная реализация обмена по магистрали GPIB. Драйверы приборов. Интерфейсы магистрально-модульных систем. Шина VME. Модификатор адреса. Отличия шины VXI от шины VME. Шина PXI

*Лабораторная работа 3.* Изучение драйверов интерфейса КОП.

*Лабораторная работа 4.* Программирование вольтметра В7-40/1.

*Индивидуальное задание 4.* Драйверы приема и передачи Centronics.

*Индивидуальное задание 5.* Современные полупроводниковые коммутаторы.

*Индивидуальное задание 6.* Частотный и временной анализ. Линейные и нелинейные схемы на ОУ.

#### **Раздел 5. Обработка информации и автоматизация в АСИКИ**

*Лекция.* Циклический и адресный опрос датчиков (управление). Способы повышения точности измерений. Усреднение результатов измерений.

*Лабораторная работа 5.* Программирование цифрового осциллографа.

*Индивидуальное задание 7.* Методы испытаний.

#### **Раздел 6. Метрологические характеристики систем автоматизации**



|                                                   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| М7 Особенности автоматизации контроля и испытаний | + | + | + |   |  |   |   |   | + |   |   |   |
| Лабораторный цикл                                 |   | + |   | + |  | + | + | + | + | + | + | + |

## 5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

| Методы и формы активизации деятельности | Виды учебной деятельности |    |     |
|-----------------------------------------|---------------------------|----|-----|
|                                         | ЛК                        | ЛБ | СРС |
| Дискуссия                               | х                         |    |     |
| IT-методы                               | х                         | х  | х   |
| Командная работа                        |                           | х  | х   |
| Опережающая СРС                         | х                         | х  | х   |
| Индивидуальное обучение                 |                           | х  | х   |
| Проблемное обучение                     |                           | х  | х   |
| Обучение на основе опыта                |                           | х  | х   |

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

### 6.1. Текущая и опережающая СРС

Направлена на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений и заключается в:

- работе бакалавров с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме,
- выполнении домашних заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям,

- изучении инструкций к приборам и подготовке к выполнению лабораторных работ,
- подготовке к экзамену.

#### **6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку**

1. принципы создания автоматизированных систем
2. отличительные особенности архитектуры однокристальных микропроцессоров, микроЭВМ и ПЭВМ
3. выбор датчиков в АСИКИ. Методы аппроксимации градуировочной характеристики датчиков
4. обработка АЦП быстропротекающих процессов. Устройства выборки-хранения
5. защита входных измерительных цепей АСИКИ от помех
6. виды модуляции сигналов в АСИКИ
7. способы организации системы прерываний в ЭВМ
8. режимы EPP и ECP параллельного интерфейса
9. интерфейс RS232
10. восстановление сигналов с помощью ЦАП
11. технические средства метрологических поверок АСИКИ
12. стадии и этапы создания АСИКИ
13. случайные процессы и их основные характеристики
14. расчёт метрологических характеристик измерительных каналов АСИКИ

#### **6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)**

(ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

#### **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

Оценка успеваемости бакалавров осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы,

- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена в седьмом семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

### **7.1. Требования к содержанию экзаменационных вопросов**

Экзаменационные билеты включают следующие типы заданий:

- Теоретический вопрос.
- Проблемный вопрос или расчетная задача.

### **7.2. Примеры экзаменационных вопросов**

1. Состав и функции АСИКИ. Виды обеспечения АСИКИ согласно ГОСТ 34.003-90.
2. Архитектура автономной и распределенной АСИКИ. Примеры применения АСИКИ.
3. Сопряжение датчиков с системой. Структурные схемы ввода аналоговых сигналов.
4. Методы аппроксимации градуировочной характеристики датчика.
5. Алгоритм линеаризации и масштабирования данных.
6. Измерительные коммутаторы, типы, параметры коммутаторов. Погрешность коммутатора.
7. Многоканальный сбор данных. Устройства выборки-хранения. Опрос каналов.
8. Фильтрация сигналов в измерительном канале. Простейшие аналоговые фильтры низкой и высокой частоты.
9. Нормализующие преобразователи. Схемотехника, параметры, методика расчета.
10. Определение разрядности и быстродействия АЦП.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)**

### **8.1. Основная литература**

1. Муравьев С.В. Программирование для измерительных информационных систем. Уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 1998. – 144 с.
2. Мячев А.А. и др. Интерфейсы систем обработки данных: Справочник. – М.: Радио и связь, 1993.
3. Томпкинс У., Уэбстер Дж. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. – М.: Мир, 1992.
4. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

5. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. Практическое пособие. – М.: ЭКОМ, 1997. – 224 с.
6. Ключев А.С. и др. Метрологическое обеспечение АСУ ТП. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
7. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
8. Фритч В. Применение микропроцессоров в системах управления: Пер. с нем. – М.: Мир, 1984. – 464 с.
9. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании. Полное руководство пользователя. М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
10. Стефани Е.П. Основы построения АСУ ТП: Уч. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1982.

## **8.2. Вспомогательная литература**

1. Ким В.Л. Микропроцессорные системы. Уч. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 136 с.
2. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.
3. Агеев Ю.М. и др. АСУ непрерывными технологическими процессами: Уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПИ, 1987. – 95 с.
4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х книгах. кн. 1 / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1986. – 488 с.
5. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Испытательная техника: Справочник. В 2-х книгах / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1982.
7. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 144 с.
8. Метрологическое обеспечение ИИС: Сб. руководящих документов. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 264 с.
9. ГОСТ 8.009-84. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 152 с.
10. Строганов Р.П. Управляющие машины и их применение: Уч. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 240 с.
11. В.Н. Строителев. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. - М.: «Европейский центр по качеству», 2002.- 152с.
12. В.И. Нефедов, В.И. Хахин и др. Метрология и радиоизмерения. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2003.-526с.

## **8.3. Программное обеспечение**

1. Операционная система WINDOWS XP;
2. Текстовый редактор Microsoft Word 97 (или выше);

3. Компьютерные системы моделирования MATLAB, OrCAD;
4. Язык программирования СИ.

**Методическое обеспечение:**

Методические указания к лабораторным работам на электронном носителе.

**9. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)**

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении лабораторных работ бакалавры используют оборудование, оснащенное автоматизированными системами с выводом данных на персональные компьютеры, применяя навыки компьютерной обработки экспериментальных результатов.

При освоении дисциплины используются технические средства и лабораторное оборудование кафедры Компьютерных измерительных систем и метрологии Института кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического университета, в том числе:

- компьютерный класс на 8 рабочих мест на базе IBM-совместимых персональных компьютеров;
- платы сбора данных на базе микроконтроллеров;
- макет устройства ввода – вывода для «Centronics»

\* приложение – Рейтинг-план освоения модуля (дисциплины) в течение семестра.

---

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС-2010 по направлению и профилю подготовки «Метрология, стандартизация и сертификация», профиль «Стандартизация и сертификация».

Автор: Заревич А.И.

Программа одобрена на заседании кафедры КИСМ ИК

(протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.).