|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
| Кафедра прикладной математики | | |
| УТВЕРЖДАЮ  ДИРЕКТОР  И. А. Иванов  «\_\_» \_\_\_\_ 2021 г. | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Цифровые измерительные устройства | | |
| (наименование дисциплины) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): | 12.03.01 Приборостроение | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: | Программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: | Программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озёрск, 2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью настоящего курса является формирование у студентов основных знаний и навыков по разработке и проектированию цифровых методов и средств измерения, анализу их метрологических характеристик, эффективному использованию стандартных средств.

Задачами курса являются:

־ изучение теоретических основ квантования и дискретизации сигналов и синтез параметров цифровых измерительных средств;

־ изучение методов преобразования непрерывных (аналоговых) величин в цифровые эквиваленты;

־ изучение технологических средств аналого-цифрового преобразования (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП);

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Цифровые измерительные устройства» изучается в 6 семестре. Студент, начинающий изучение дисциплины «Цифровые измерительные устройства», должен обладать знаниями по дисциплинам: «Физика», «Высшая математика», «Физические основы получения информации», «Электроника и микропроцессорная техника» в пределах программы бакалавриата направления 12.03.01.

1. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **УКЕ-1** | **Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах** |
|  | З-УКЕ-1 | знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |
|  | У-УКЕ-1 | уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи |
|  | В-УКЕ-1 | владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |
|  | **УКЦ-1** | **Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей** |
|  | З-УКЦ-1 | Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У |
|  | У-УКЦ-1 | Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий |
|  | В-УКЦ-1 | Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий |
|  | **ОПК-1** | **Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения** |
|  | З-ОПК-1 | знать методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения. |
|  | У-ОПК-1 | уметь применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения. |
|  | В-ОПК-1 | владеть навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности. |
|  | **ОПК-3** | **Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении** |
|  | З-ОПК-3 | знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; знать физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; знать области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике. |
|  | У-ОПК-3 | уметь использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач; уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент |
|  | В-ОПК-3 | владеть навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований, и измерений; владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов |

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

Разновидности, устройство и принцип действия цифровых ИИ; суть принципов процесса аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования; основные технические характеристики цифровых ИУ; вопросы нормирования погрешностей ИУ и получения результатов измерения; измерительные преобразователи электрических сигналов.

Студент должен уметь:

Правильно выбирать цифровые ИУ для конкретных условий работы; проводить анализ свойств цифровых ИУ; проектировать основные узлы ИУ на базе средств схемотехники и электроники.

Студент должен иметь представление:

Об основных направлениях развития цифровых измерительных устройств и измерительных приборов.

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет *4* кредита, *144* часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая СРС, трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости (*неделя, форма*) | Аттестация раздела  (*неделя, форма*) | Макс. балл за раздел |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. раб. | СРС |
|  | 6 семестр | | | | | | | | |
| 1 | Цифровые измерительные устройства: общие сведения | 1-2 | 4 | 4 | - | 6 | ПР1,2 | 2КР1 | 10 |
| 2 | Элементы цифровых измерительных устройств | 3-5 | 4 |  | 16 | 6 | ЛР3-4 | 10КР2 | 8 |
| 3 | Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). | 6-7 | 4 | 4 |  | 6 | ПР5,6 | 10КР2 | 8 |
| 4 | Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. | 8-10 | 6 | 6 |  | 8 | ПР5-7 | 10КР2 | 8 |
| 5 | Цифровые вольтметры | 11-13 | 6 | 4 |  | 8 | ПР8-9 | 17КР3 | 8 |
| 6 | АЦП и ЦАП | 14-16 | 6 | 4 |  | 6 | ПР10-11 | 17КР3 | 8 |
|  | Всего часов за семестр: | 1-16 | 30 | 22 | 16 | 40 |  |  |  |
|  | Итого баллов за 6 семестр: |  | 32 | 32 |  | 52 |  |  | 50 |
|  | Экзамен: |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого: |  |  |  |  |  |  |  | 100 |

Обозначения оценочных средств: ПР - практическая работа, КР - контрольная работа, ДЗ - индивидуальное домашнее задание, Р –реферат с компьютерной презентацией.

Содержание разделов учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Раздел учебной дисциплины | Содержание раздела |
| 1 | Цифровые измерительные устройства: общие сведения | Отличительный признак цифровых измерительных устройств.  Цифровые измерительные устройства и цифровые измерительные преобразователи. Структурные схемы.  Коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.  Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.  Основные технические характеристики ЦИУ: диапазон измерения, чувствительность и разрешающая способность, быстродействие и надежность.  Режимы работы цифровых измерительных устройств (циклический и следящий). |
| 2 | Элементы цифровых измерительных устройств | Дешифраторы. Шифраторы. Мультиплексоры. Компараторы. Счетчики. Сумматоры. Триггеры. Регистры. Арифметико-логическое устройство. |
| 3 | Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). | Обобщенная структура цифровых отсчетных устройств. Классификация цифровых индикаторов, применяемых в современных цифровых измерительных устройствах.  Основные технические характеристики индикаторов. Основные варианты цифровых индикаторов. Способы динамической индикации. |
| 4 | Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. | Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. Цифровые измерительные частотомеры. Основные погрешности при цифровом измерении частоты. Способы уменьшения погрешностей.  Цифровое измерение интервала времени. Основные погрешности при измерении интервала времени. Способы уменьшения погрешностей.  Нониусный метод измерения малых интервалов времени.  Цифровое измерение фазового сдвига. Классификация цифровых фазометров, принципы действия и основные погрешности. |
| 5 | Цифровые вольтметры | Обобщенная структура цифровых вольтметров. Классификация цифровых вольтметров по методу преобразования напряжения в код.  Структурная схема и принцип работы времяимпульсного цифрового вольтметра с линейной разверткой. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с линейной разверткой.  Цифровой вольтметр с двухтактным интегрированием. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с двухтактным интегрированием.  Цифровой вольтметр с преобразованием напряжения в частоту. |
| 6 | АЦП и ЦАП | АЦП «сигма-дельта»  АЦП последовательного счета  АЦП последовательного приближения |

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента) с использованием интерактивных форм проведения занятий в аудитории.

Используемые образовательные технологии при изучении данной дисциплины:

- контекстное обучение;

- метод проектов;

- работа в команде;

- дискуссия;

- тренинг;

Интерактивные формы проведения занятий составляют 40 часов или 14% от общего объ-ема аудиторных занятий.

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Текущий контроль проводится в виде контроля выполнения практических и лабораторных работ.

Примерные темы практических работ:

1. Цифровой способ отсчета цифровой информации.

2. Схемы управления индикаторами.

3. Цифровые частотомеры.

4. Цифровые вольтметры.

5. Цифровые фазометры.

6. Цифровые осциллографы.

7. Цифровые мосты.

8. Цифровые преобразователи линейных и угловых перемещений.

9. Цифровые анализаторы.

10. Аналого-цифровое преобразование.

Примерные темы лабораторных работ:

1. Элементы цифровых устройств: дешифраторы и шифраторы, мультиплексоры
2. Элементы цифровых устройств: компараторы, коммутаторы.
3. Элементы цифровых устройств: Триггеры.
4. Элементы цифровых устройств: Счетчики. Регистры. Арифметические устройства.

6.2. Рубежный контроль (аттестация раздела) проводится в виде контрольных работ и индивидуальных домашних заданий.

6.2.1.

Контрольная работа № 1 «Цифровые измерительные устройства: общие сведения». Проверочный тест по теме 1.

Время проведения контрольной работы - 2 неделя.

* + 1. Контрольная работа № 2. Проверочный тест по теме 2, 3, 4.

Время проведения контрольной работы - 10 неделя.

* + 1. Контрольная работа № 3. Проверочный тест по теме 5, 6.

Время проведения контрольной работы - 17 неделя.

* 1. Итоговая аттестация выполняется в виде экзамена.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Отличительный признак цифровых измерительных устройств.
2. Цифровые измерительные устройства и цифровые измерительные преобразователи. Структурные схемы.
3. Коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.
4. Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.
5. Основные технические характеристики ЦИУ: диапазон измерения, чувствительность и разрешающая способность, быстродействие и надежность.
6. Режимы работы цифровых измерительных устройств (циклический и следящий).
7. Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). Обобщенная структура цифровых отсчетных устройств. Классификация цифровых индикаторов, применяемых в современных цифровых измерительных устройствах.
8. Основные технические характеристики индикаторов. Основные варианты цифровых индикаторов. Способы динамической индикации.
9. Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. Цифровые измерительные частотомеры. Основные погрешности при цифровом измерении частоты. Способы уменьшения погрешностей.
10. Цифровое измерение интервала времени. Основные погрешности при измерении интервала времени. Способы уменьшения погрешностей.
11. Нониусный метод измерения малых интервалов времени.
12. Цифровое измерение фазового сдвига. Классификация цифровых фазометров, принципы действия и основные погрешности.
13. Обобщенная структура цифровых вольтметров. Классификация цифровых вольтметров по методу преобразования напряжения в код.
14. Структурная схема и принцип работы времяимпульсного цифрового вольтметра с линейной разверткой. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с линейной разверткой.
15. Цифровой вольтметр с двухтактным интегрированием. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с двухтактным интегрированием.
16. Цифровой вольтметр с преобразованием напряжения в частоту.
17. Цифровой вольтметр с АЦП «сигма-дельта»
18. Цифровой вольтметр с АЦП последовательного счета
19. Цифровой вольтметр с АЦП последовательного приближения

6.4. Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента заключается в подготовке к лекциям, практическим занятиям и контрольным работам.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Семестр | Раздел учебной дисциплины | Виды СРС | Часов |
| 1 | 6 | Все | ПЛ1-ПЛ15, ПП1-ПП11 | 40 |
| 2 | 6 | Цифровые измерительные устройства: общие сведения | ПК1 | 6 |
| 3 | 6 | Элементы цифровых измерительных устройств | ПК2 | 6 |
| 4 | 6 | Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). | ПК2 | 6 |
| 5 | 6 | Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. | ПК2 | 8 |
| 6 | 6 | Цифровые вольтметры | ПК3 | 8 |
| 7 | 6 | АЦП и ЦАП | ПК3 | 6 |

ДЗ — индивидуальное домашнее задание, ПЛ — подготовка к лекциям, ПП — подготовка к практическим занятиям, ПК — подготовка к контрольной работе.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* 1. Основная литература:

1. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Ратхор Т. С. Цифровые измерения АЦП / ЦАП : пер. с англ. /2-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2006. - 392 с.
3. Токхейм Р. Основы цифровой электроники: Пер. с англ.-М.: Мир, 1988.-392 с.
4. Батоврин В. К. LabVIEW: практикум по цифровым элементам вычислительной и информационно-измерительной техники : лабораторный практикум : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Приборостроение" и изучающих курс "Электроника и микропроцессорная техника", "Основы электроники"] / В. К. Батоврин, А. С. Бессонов, В. В. Мошкин ; Моск. гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики (Техн. ун-т), Каф. информацион. систем. - Москва : [б. и.], 2010. - 118 с
   1. Дополнительная литература:
5. Аналого-цифровое преобразование / под ред. У. Кестера ; пер. с англ. Е. Б. Володина. - М. : Техносфера, 2007. - 1016 с.
6. Шляндин В.М. Цифровые измерительные устройства. – М.: Высшая школа, 1981.
7. Калабеков Б.А. Микропроцессоры и их применение в системах передачи и обработки сигналов. – М.: РиС, 1988.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся в аудиторном классе, оборудованном доской, компьютером, мультимедийным проектором, экраном для проектора.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе (11 компьютеров).

Требуемое программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Программный продукт | Количество |
| 1 | Операционная система Microsoft Windows XP, 7, 8,10 | 1 шт. на компьютер |
| 2 | ПК, локальная сеть, доступ к сети Интернет (11 мест для слушателей); | 1 шт. на компьютер |
| 3 | компьютер, проектор с интерактивной доской (место преподавателя); |  |
| 4 | Лабораторная станция NI ELVIS | 1 шт. на компьютер |
| 5 | LabVIEW | 1 шт. на компьютер |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности)*12.03.01 Приборостроение*

Автор(ы): *доцент кафедры Прикладной математики, к. пед. н.*

*Шеметова Анастасия Дмитриевна*

Рецензент(ы):

Программа одобрена на заседании\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_