Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» (ОСВО 1-31 04 06-2013), введенном с 1 сентября 2013 г., и учебного плана специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии», утвержденном 30 мая 2013 г., регистрационный номер УПG31-142/уч.

**Составитель:**

**И.А. Левко**, доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 12 от 28 мая 2017 г.);

Советом физического факультета

(протокол № \_\_ от 8 июня 2017 г.)

## Пояснительная записка

Программа дисциплины «Аналого-цифровая техника» разработана для специализации 1-31 04 06 01 «Ядерная физика и электроника» специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» первой ступени высшего образования. Она предназначена для более глубокого изучения студентами основ проектирования и аттестации систем обработки сигналов смешанного типа (как аналоговых, так и цифровых), необходимых для автоматизации сбора данных о процессах, протекающих в ядерных реакторах и при взаимодействии ионизирующих излучений с веществом. Настоящая программа является оригинальной и разработана с учетом соответствующих требований образовательного стандарта специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» (ОСВО 1-31 04 06-2013).

Автоматизация измерений физических величин в различных областях науки и техники, невозможна без применения аналого-цифровых устройств, выполненных с применением элементов микроэлектроники.

Дисциплина «Аналого-цифровая техника» включает рассмотрение современных представлений о схемотехнике элементов АЦП и их основных характеристиках. Программа дисциплины содержит перечень вопросов, которые наиболее необходимы студентам, специализирующимся по направлению «ядерные физика и технологии».

*Цель учебной дисциплины* — ознакомление студентов с основами проектирования микроэлектронных аналого-цифровых систем.

*Задачи учебной дисциплины*:

* Сформировать у обучающихся представление о методах оцифровки аналоговых сигналов;
* привить и закрепить базовые навыки решения инженерных задач с помощью аналого-цифровой техники.

*Учебный материал дисциплины основан* на базовых знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах цикла общенаучных и общепрофессиональных дисциплин: «Основы радиоэлектроники», «Электроника физических установок».

*Учебный материал дисциплины будет использован* при преподавании дисциплины «Схемотехника ядерной электроники».

Перед преподавателем данной дисциплины ставятся следующие задачи:

* ознакомить обучающихся с современными подходами, применяемыми при проектировании и аттестации аналого-цифровой техники;
* систематически изложить обучающимся основные сведения о принципах функционирования и схемотехнических решениях составных элементов аналого-цифровой техники;
* способствовать развитию научного мировоззрения обучающихся.

Из множества эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению обучающихся в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач, следует выделить:

технологии проблемно-модульного обучения;

технологии научно-исследовательской деятельности;

проблемно-ориентированный междисциплинарный подход;

интенсивное обучение;

моделирование проблемных ситуаций и их решение.

Для формирования современных социально-профессиональных компетенций выпускника вуза в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики активного обучения и дискуссионные формы.

В результате усвоения дисциплины обучающийся должен

***знать:***

– основные методы оцифровки аналоговых сигналов и обратного преобразования;

– важнейшие вопросы проектирования микроэлектронных устройств;

***уметь:***

– обосновывать выбор соответствующего типа аналого-цифровой системы для решения конкретной задачи;

***владеть:***

– методами оценки погрешностей аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

В результате изучения учебной дисциплины «Аналого-цифровая техника»у обучающегося должны быть сформированы следующие ***компетенции***:

 − уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

− владеть системным и сравнительным анализом;

− владеть исследовательскими навыками;

− уметь работать самостоятельно;

− иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

− иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация);

− обладать качествами гражданственности;

− быть способным к социальному взаимодействию;

− обладать способностью к межличностным коммуникациям;

− владеть навыками здорового образа жизни;

− применять знания методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы в области ядерно-физических технологий и атомной энергетики;

− применять полученные знания экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической работы;

− вести переговоры, разрабатывать планы сотрудничества с другими организациями;

− пользоваться глобальными информационными ресурсами;

− пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения;

− осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

− определять цели инноваций и способы их реализации;

− оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий;

− применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Форма получения высшего образования – очная, дневная.

Общее количество часов – 60, количество аудиторных часов – 38.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и управляемой самостоятельной работы (УСР). На проведение лекционных занятий отводится 30 часа, на УСР  – 8 часов.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет (9 семестр).

**Содержание учебного материала**

1. **Место интегральной технологии в производстве измерительных приборов**

Общая характеристика измерительных приборов. Электровакуумная техника. Изобретение транзистора. Путь от транзисторных схем на дискретных элементах к интегральным схемам. Достижения интегральной технологии.

1. **Аналого-цифровые преобразователи**

Составные части аналого-цифрового преобразования. Способы аналого-цифрового преобразования. АЦП последовательного приближения. Параллельные АЦП. Параллельно-последовательные АЦП. Конвейерные АЦП. Сигма-дельта АЦП. Погрешности АЦП с линейной шкалой. Шкалы с µ- и А-характеристиками.

1. **Цифро-аналоговые преобразователи**

ЦАП с двоично-взвешенными сопротивлениями. ЦАП с резистивной сеткой типа R-2R. ЦАП с источниками тока. Погрешности ЦАП.

1. **Операционные усилители**

Схемотехника элементов операционных усилителей. Входные каскады. Проблемы подавления синфазного сигнала. Искажения входных каскадов. Промежуточные и выходные каскады. Схемотехника операционных усилителей на полевых транзисторах. Цепи внешней отрицательной обратной связи усилителей. Частотная характеристика ОУ. Устойчивость усилителей. Инструментальные усилители. Усилители rail-to-rail. Усилители с токовой обратной связью. Прецизионные источники опорного напряжения.

1. **Компараторы**

Структурная схема компаратора. Компараторы с гистерезисом. Быстродействующие компараторы. Компараторы с R-S триггером.

1. **Аналоговые ключи**

Типовые схемы коммутаторов сигналов. Характеристики аналоговых ключей. Ключи на полевых транзисторах

1. **Устройства выборки и хранения**

Назначение и классификация УВХ. Погрешности и характеристики УВХ. УВХ с диодными ключами. УВХ на биполярных транзисторах.

## Учебно-методическая карта дисциплины

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов | Количество аудиторных часов | Литература | Формы контролязнаний |
| Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Контролируемая (управляемая) самостоятельная работа студента |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **1** | **Место интегральной технологии в производстве измерительных приборов** | **4** |  |  |  |  |  |  |
| 1.1 | 1. Общая характеристика измерительных приборов.2. Электровакуумная техника.3. Изобретение транзистора.4. Путь от транзисторных схем на дискретных элементах к интегральным схемам.5. Достижения интегральной технологии. | 4 |  |  |  |  | [!1][2][2д] | 1, 2 |
| **2** | **Аналого-цифровые преобразователи** | **8** |  | **2** |  | **2** |  |  |
| 2.1 | 1. Составные части аналого-цифрового преобразования.2. Способы аналого-цифрового преобразования.3. АЦП последовательного приближения.4. Параллельные АЦП. | 4 |  |  |  |  | [1][3] | 1, 2 |
| 2.2 | 5. Параллельно-последовательные АЦП.6. Конвейерные АЦП. | 2 |  |  |  |  | [1][3] | 1, 2 |
| 2.3 | 7. Сигма-дельта АЦП. |  |  | 2 |  | 2 | [3] | 3 |
| 2.4 | 8. Погрешности АЦП с линейной шкалой.9. Шкалы с µ- и А-характеристиками. | 2 |  |  |  |  | [1][3] | 1, 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **3** | **Цифро-аналоговые преобразователи** | **2** |  |  |  |  |  |  |
| 3.1 | 1. ЦАП с двоично-взвешенными сопротивлениями.2. ЦАП с резистивной сеткой типа R-2R.3. ЦАП с источниками тока. 4. Погрешности ЦАП. | 2 |  |  |  |  | [!1][3] ! | 1, 2 |
| **4** | **Операционные усилители** | **8** |  | **2** |  | **2** |  |  |
| 4.1. | 1. Схемотехника элементов операционных усилителей.2. Входные каскады.3. Проблемы подавления синфазного сигнала. | 2 |  |  |  |  | [!1] [!2] [!4]  | 1, 2 |
| 4.2 | 4. Искажения входных каскадов.5. Промежуточные и выходные каскады.6. Схемотехника операционных усилителей на полевых транзисторах.7. Цепи внешней отрицательной обратной связи усилителей.  | 2 |  |  |  |  | [!1] [!2] [!4]  | 1, 2 |
| 4.3 | 8. Частотная характеристика ОУ.9. Устойчивость усилителей.10. Инструментальные усилители. 11. Усилители rail-to-rail. | 4 |  |  |  |  | [!1] [!2] [!4]  | 1, 2 |
| 4.4 | 13. Усилители с токовой обратной связью.14. Прецизионные источники опорного напряжения. |  |  | 2 |  | 2 | [4][3д] | 3 |
| **5** | **Компараторы** | **4** |  |  |  |  |  |  |
| 5.1 | 1. Структурная схема компаратора.2. Компараторы с гистерезисом. | 2 |  |  |  |  | [!1] [4]! | 1, 2 |
| 5.2 | 3. Быстродействующие компараторы.4. Компараторы с R-S триггером. | 2 |  |  |  |  | [!1] ![2] | 1, 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **6** | **Аналоговые ключи** | **2** |  | **2** |  | **2** |  |  |
| 6.1. | 1. Типовые схемы коммутаторов сигналов.2. Характеристики аналоговых ключей. | 2 |  |  |  |  | [!1] ![4]! | 1, 2 |
| 6.2. | 3. Ключи на полевых транзисторах. |  |  | 2 |  | 2 | [!1] [4д][5д] | 3 |
| **7** | **Устройства выборки и хранения** | **2** |  | **2** |  | **2** |  |  |
| 7.1 | 1. Назначение и классификация УВХ.2. Погрешности и характеристики УВХ. | 2 |  |  |  |  | [1!][4][1д]! | 1, 2 |
| 7.2 | 3. УВХ с диодными ключами.4. УВХ на биполярных транзисторах. |  |  | 2 |  | 2 | [1][4] | 3 |

## *Информационно-методическая часть*

**Рекомендуемая литература**

*Основная*

1. Основы аналого-цифровой техники: Курс лекций/ В.Е. Ямный. – Мн.: БГУ, 2008. – 267 с
2. Бахтиаров Г.Д. Аналого-цифровые преобразователи/ Г.Д. Бахтиаров.– М.: Советское радио, 1980.– 280 с.
3. Аналого-цифровое преобразование. Под ред. Уолта Кестера. – М: Техносфера, 2007. – 1016 с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем. – М: Мир, 1982. – 512 с.

 *Дополнительная*

1. Ямный В.Е. Аналого-цифровые преобразователи/ В.Е.Ямный. – Мн.: БГУ, 1980. – 283 с.
2. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы/ В.Л. Шило.– М.: Советское радио, 1979.–368 с.
3. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей/ Л. Фолкенберри.– М.: Мир, 1985.– 572 с.
4. Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988.– 583 с.
5. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. Под ред. Уолта Кестера. – М: Техносфера, 2010. - 328 с.

**Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности**

1. Выборочный контроль на лекциях;
2. Устные опросы;
3. Проверка рефератов.

**Примерный перечень мероприятий для контроля качества
усвоения знаний по учебной дисциплине**

*Вопросы для самостоятельной подготовки и примерная тематика реферативных работ*

Сигма-дельта АЦП. УВХ с диодными ключами. УВХ на биполярных транзисторах. Усилители с токовой обратной связью. Источники прецизионного опорного напряжения. Операционные усилители с дифференциальным входом и выходом. Последовательные стабилизаторы напряжения. Импульсные регуляторы напряжения.

**Рекомендации по контролю качества усвоения знаний
и проведению аттестации**

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать реферативные работы по отдельным разделам дисциплины, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка реферативных работ, оформленных в напечатанном виде, после их защиты в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей проверкой содержания работы проводится по десятибалльной шкале. Устные ответы оценивается по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за реферативную работу, устные ответы и активность на семинарах.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

Оценка «зачтено» соответствует положительной рейтинговой оценке по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и оценки за ответ на зачете.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название дисциплин, изучение которых опирается на данную дисциплину | Кафедры, которые обеспечивают преподавание этих дисциплин | Предложения кафедр об изменении текста программы | Принятое решение (протокол, №, дата) кафедры, которая разработала рабочую. программу |
| Основы радиоэлектроники | Кафедра ядерной физики | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном вариантеПротокол № 12 от 28 мая 2017 г. |
| Электроника физических установок | Кафедра ядерной физики | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном вариантеПротокол № 12 от 28 мая 2017 г. |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**

на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№пп | Дополнения и изменения | Основание |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ядерной физики

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой

ядерной физики

к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.И.Тимощенко

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.М. Анищик