

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

 О.Н.Здрок
«29» ноября 2020 г.

Регистрационный № УД-8225/уч.

ЭЛЕКТРОНИКА ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 04 06 Ядерные физика и технологии

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта специальности 1-31 04 06-2013 Ядерные физика и технологии и учебного плана, утвержденного 20 марта 2019 г., регистрационный номер G31-229/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Р.И. Воробей, доцент кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии» приборостроительного факультета Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

И.А. Карпович, доцент кафедры физики полупроводников физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико–математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 11 от 21.05.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 17.06.2020)

Заведующий кафедрой ядерной физики
к.ф.-м.н., доцент

_____ А.И.Тимощенко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Электроника физических установок» разработана для специальности 1-31 04 06 Ядерные физика и технологии первой ступени высшего образования. Она предназначена для более глубокого изучения студентами основ теории автоматического регулирования и элементов вычислительной техники, необходимых для последующего выполнения ряда лабораторных практикумов, а также курсовых и дипломных проектов. 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).

Физические установки могут иметь достаточно сложную организацию, в рамках которой различные физические процессы должны протекать в заданных граничных условиях и обеспечивать общий материальный результат, который соответствует назначению физической установки в целом, с соблюдением правил безопасной эксплуатации. Сложная организация физических установок таких, как атомная станция или космический корабль-спутник, достигается только при использовании систем автоматического регулирования и управления. Вместе с тем, широкое использование элементов вычислительной техники позволяет повысить надежность и быстродействие, а также высокую технологичность систем автоматики, что необходимо для достижения высоких экономических показателей физических установок и обеспечения их безопасной эксплуатации.

Дисциплина «Электроника физических установок» включает рассмотрение современных представлений о концепциях построения систем автоматики, архитектуре устройств вычислительной техники и возможностях их применения в различных областях науки и техники. Программа дисциплины содержит перечень вопросов, которые наиболее необходимы студентам специальности «ядерные физика и технологии».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – ознакомление студентов с основами функционирования и проектирования цифровых систем управления физическими установками.

Задачи учебной дисциплины:

1. Сформировать у обучающихся представление о круге вопросов, относящихся к предмету управления физическими процессами в производственных условиях;
2. Дать представление об особенностях применения электроники для обеспечения продуктивного и безопасного функционирования сложных физических установок.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная дисциплина основана на базовых знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах цикла общенаучных и общепрофессиональных дисциплин «Электричество и магнетизм» и «Основы радиоэлектроники».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Электроника физических установок» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

Специалист должен:

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

Специалист должен:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

Специалист должен быть способен:

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ ядерной физики и ядерных технологий, ядерно-физических методов исследования, 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.

ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку производственных процессов.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

ПК-11. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

ПК-14. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные принципы автоматического регулирования и управления для обеспечения безопасной эксплуатации физических установок; важнейшие свойства булевой алгебры;

уметь: объяснять структуру составных элементов микропроцессорных систем;

владеть: методами проектирования цифровых систем.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Электроника физических установок» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 158 часов, в том числе 80 аудиторных часов, из них: лекции – 42 часа, лабораторные занятия – 36 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основные термины и определения

Тема 1.1. Понятия «физическая установка» и «ядерная установка». Режимы работы физической установки.

Тема 1.2. Упрощенная технологическая схема АЭС. Пределы и уставки для безопасной работы.

Тема 1.3. Основные задачи автоматизации и систем автоматики. Обратные связи в системах автоматического регулирования.

Тема 1.4. Электромагнитные реле. Релейные элементы автоматики.

Тема 1.5. Реализация квантователя по уровню и квантователя по времени. Технологические защиты и блокировки АЭС.

Раздел 2. Цифровая электроника

Тема 2.1. Двоичная система счисления. Шестнадцатеричная система счисления. Двоичные целые числа со знаком.

Тема 2.2. Функции булевой алгебры и простейшие логические элементы.

Тема 2.3. Схемотехника простейших логических элементов. Проектирование комбинационных схем.

Тема 2.4. Основные правила булевой алгебры. Код Грея. Карты Карно.

Тема 2.5. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры.

Тема 2.6. Проектирование последовательностных схем. Тактирование и синхронизация.

Тема 2.7. Триггеры. Регистры. Счетчики.

Раздел 3. Архитектура ЭВМ

Тема 3.1. Структура микропроцессора. Архитектура ЭВМ фон Неймана.

Тема 3.2. Гарвардская архитектура ЭВМ. Микропроцессоры с CISC и RISC архитектурой.

Тема 3.3. Режимы обмена данными по системной шине ЭВМ.

Тема 3.4. Статическая память с произвольным доступом. Динамическая память с произвольным доступом.

Тема 3.5. Постоянные запоминающие устройства. ROM. PROM.

Тема 3.6. EPROM. EEPROM. Flash-memory. Интерфейсы и порты ввода-вывода.

Раздел 4. Аналого-цифровая электроника

Тема 4.1. Принципы аналого-цифрового преобразования. Шум квантования АЦП. Апертурная неопределенность а.-ц. преобразования.

Тема 4.2 Устройство выборки и хранения. Критерий выбора частоты дискретизации. Классификация АЦП.

Тема 4.3. АЦП последовательного счета. Цифро-аналоговый преобразователь на базе резистивной матрицы R-2R.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Аудиторный контроль УСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные термины и определения	10						
1.1	Понятия «физическая установка» и «ядерная установка». Режимы работы физической установки.	2						выборочный контроль
1.2	Упрощенная технологическая схема АЭС. Пределы и уставки для безопасной работы.	2						выборочный контроль
1.3	Основные задачи автоматизации и систем автоматики. Обратные связи в системах автоматического регулирования.	2						выборочный контроль
1.4	Электромагнитные реле. Релейные элементы автоматики.	2						выборочный контроль

1.5	Реализация квантователя по уровню и квантователя по времени. Технологические защиты и блокировки АЭС.	2						выборочный контроль
2	Цифровая электроника	14			24			
2.1	Двоичная система счисления. Шестнадцатеричная система счисления. Двоичные целые числа со знаком.	2						выборочный контроль
2.2	Функции булевой алгебры и простейшие логические элементы.	2						выборочный контроль
2.3	Схемотехника простейших логических элементов. Проектирование комбинационных схем.	2			3			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе
2.4	Основные правила булевой алгебры. Код Грея. Карты Карно.	2			3			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе
2.5	Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры.	2			6			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе
2.6	Проектирование последовательностных схем. Тактирование и синхронизация.	2			6			выборочный контроль, защита отчета по

								лабораторной работе
2.7	Триггеры. Регистры. Счетчики.	2			6			выборочный контроль
3	Архитектура ЭВМ	12			6			
3.1	Структура микропроцессора. Архитектура ЭВМ фон Неймана.	2						выборочный контроль
3.2	Гарвардская архитектура ЭВМ. Микропроцессоры с CISC и RISC архитектурой.	2						выборочный контроль
3.3	Режимы обмена данными по системной шине ЭВМ.	2						выборочный контроль
3.4	Статическая память с произвольным доступом. Динамическая память с произвольным доступом.	2						выборочный контроль
3.5	Постоянные запоминающие устройства. ROM. PROM.	2						выборочный контроль
3.6	EPROM. EEPROM. Flash-мемору. Интерфейсы и порты ввода-вывода.	2			6			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе
4	Аналого-цифровая электроника	6			6			
4.1	Принципы аналого-цифрового преобразования. Шум квантования АЦП. Апертурная неопределенность а.-ц.	2			3			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе

	преобразования.							
4.2	Устройство выборки и хранения. Критерий выбора частоты дискретизации. Классификация АЦП.	2						выборочный контроль
4.3	АЦП последовательного счета. Цифро-аналоговый преобразователь на базе резистивной матрицы R-2R.	2			3			выборочный контроль, защита отчета по лабораторной работе
	Контрольная работа					2		контрольная работа по разделам 1-4

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Основы автоматического регулирования и управления. Под ред. Пономарева В. М. и Литвинова А. П. – М., «Высшая школа», 1974. – 439 с.
2. Основы автоматизации физического эксперимента: Курс лекций/ В.Е. Ямный, В.П.Яновский.– Мн.: БГУ, 2004.– 283 с.
3. Ямный В.Е. Основы аналого-цифровой техники/В.Е.Ямный.– Мн.: БГУ, 2008.– 267 с.
4. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС. – Одесса: «Астропринт», 2001. – 305 с.
5. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники. – М.: Техносфера, 2003. – 432 с.
6. Ревич Ю.В. Занимательная электроника. - 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 672 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. : Переведено командой из компаний и университетов России, Украины, США и Великобритании. –ImaginationTechnologies, 2015. - 1621 с.
2. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие / Новиков Ю.В.. Скоробогатов П К. – 3-е изд., испр. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ Лаборатория знаний. 2006.– 359 с.
3. Брамм П., Брамм Д. Микропроцессор 80386 и его программирование: Пер. с англ.–М.: Мир, 1990. –448 с.
4. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. : Пер. с англ. – Санкт-Петербург, ЗАО АВТЭКС. - 63 с.
5. Мейзда Ф.Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 535 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Формой текущей аттестации по дисциплине «Электроника физических установок» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на вопросы при проведении выборочного контроля – 25 %;
- контрольная работа – 25 %;
- защита отчетов по лабораторным работам – 50 %.

Для студентов, получивших неудовлетворительную оценку за контрольную работу, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Защита отчетов по лабораторным работам проводится в устной форме и оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка рассчитывается как среднее оценок по лабораторным работам.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационной оценки – 70 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Контрольная работа по разделам 1-4 учебно-методической карты учебной дисциплины. Примерный перечень вопросов:

1. Режимы работы физической установки.
2. Пределы и уставки для безопасной работы.
3. Обратные связи в системах автоматического регулирования.
4. Технологические защиты и блокировки АЭС.
5. Функционально полные и функционально избыточные наборы логических функций.
6. Апертурная неопределенность а.-ц. преобразования.
7. Критерий выбора частоты дискретизации.
8. Схемотехника простейших логических элементов КМОП.

9. Спроектируйте цифровое устройство в базисе И-НЕ, логическая функция которого зависит от 4-х переменных. Минтермы этой логической функции, принимающие единичное значение, имеют индексы: 0, 1, 4, 8, 9, 10, 14, 15. Объясните все этапы проектирования.

Каждый обучающийся должен дать развернутые ответы на вопросы 1-8 в письменном виде и разработать устройство, характеристики которого приведены в пункте 9. Кроме того, нужно подробно описать все этапы проектирования данного устройства.

Оценка за контрольную работу K , рассчитывается как средневзвешенная оценка за выполнение всех заданий по формуле:

$$K = 0,7 \frac{Q}{n_Q} + 0,3 \cdot D,$$

где Q – сумма отметок, выставленных по десятибалльной шкале, за ответы на вопросы, n_Q – число вопросов в варианте; D – оценка за разработку устройства. За неправильный ответ, либо отсутствие ответа выставляется отметка 0 баллов.

Примерная тематика лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Логические элементы. Синтез комбинационных схем.

Лабораторная работа №2. Дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.

Лабораторная работа №3. Триггеры.

Лабораторная работа №4. Регистры, счетчики и делители частоты.

Лабораторная работа №5. Изучение интерфейса.

Лабораторная работа №6. Исследование аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса *используется исследовательский метод обучения*, который предполагает развитие навыков сбора, описания и анализа фактов; обнаружение противоречий между выявленными фактами и формулирование проблемы на этой основе; поиск решения проблемы на основе имеющихся знаний с использованием инновационных подходов.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

В случае необходимости, освоение части лекционного материала и материала лабораторных занятий по отдельным темам и в объеме, определяемым решением кафедры, может быть организовано с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и привлечением электронных средств обучения.

Организация занятий с привлечением электронных средств обучения ведется с помощью образовательного портала Физического факультета БГУ eduphys.bsu.by, который реализован на основе программного обеспечения LMS Moodle. На портале в рамках онлайн-курса «Электроника физических установок» размещаются конспекты лекций, а также приводятся электронные учебные материалы, рекомендуемые при изучении соответствующих тем. Для каждой лекции даются ссылки на страницы в рекомендуемой литературе. Самостоятельная работа студентов сопровождается консультациями лектора по изучаемому самостоятельно материалу и выполнению ряда заданий в очной форме либо в режиме онлайн.

При необходимости выполнение лабораторных работ по дисциплине может осуществляться с использованием интегрированной среды моделирования электрических схем LTspice. Методическая поддержка лабораторных работ с одновременным контролем усвоения материала в различных формах организуется на портале eduphys.bsu.by в рамках онлайн-курсов «Электроника физических установок. Лабораторные работы». Получение студентами необходимой дополнительной информации и консультаций осуществляется в этом случае в очной форме либо с помощью ресурсов портала eduphys.bsu.by и электронной почты.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по разделам курса в процессе контролируемой самостоятельной работы по дисциплине организуется проведение текущего контроля по каждой теме с помощью вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, с предоставлением в письменном виде выполненных заданий. Вопросы для самостоятельного изучения могут включать: расчетные задачи, разработку проектов, анализ изученного материала.

По результатам сдачи выполненных заданий преподаватель выставляет отметку (по десятибалльной шкале), которая включается при расчете текущей успеваемости как среднее арифметическое отметок, выставленных за выполненные задания и итоговой отметки за выполнение лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятия «физическая установка» и «ядерная установка».
2. Режимы работы физической установки.

3. Упрощенная технологическая схема АЭС.
4. Пределы и уставки для безопасной работы.
5. Основные задачи автоматизации и систем автоматики.
6. Обратные связи в системах автоматического регулирования.
7. Электромагнитные реле.
8. Релейные элементы автоматики.
9. Реализация релейного квантователя по уровню и квантователя по времени.
10. Технологические защиты и блокировки АЭС.
11. Двоичная система счисления.
12. Шестнадцатеричная система счисления.
13. Двоичные целые числа со знаком.
14. Функции булевой алгебры 1-ой и 2-х переменных.
15. Простейшие логические элементы.
16. Функционально полные и функционально избыточные наборы логических функций.
17. Схемотехника простейших логических элементов на релейно-контактных схемах.
18. Схемотехника простейших логических элементов ТТЛ.
19. Схемотехника простейших логических элементов КМОП.
20. Проектирование комбинационных схем.
21. Основные правила булевой алгебры.
22. Код Грея.
23. Карты Карно.
24. Шифраторы и дешифраторы.
25. Мультиплексоры.
26. Проектирование последовательностных схем.
27. Тактирование и синхронизация.
28. Триггеры.
29. Регистры.
30. Счетчики.
31. Структура микропроцессора.
32. Архитектура ЭВМ фон Неймана.
33. Гарвардская архитектура ЭВМ.
34. Микропроцессоры с CISC и RISC архитектурой.
35. Режимы обмена данными по системной шине ЭВМ.
36. Статическая память с произвольным доступом.
37. Динамическая память с произвольным доступом.
38. Постоянные запоминающие устройства ROM.
39. Постоянные запоминающие устройства PROM.
40. Постоянные запоминающие устройства EPROM.
41. Постоянные запоминающие устройства EEPROM и Flash-memory.
42. Интерфейсы и порты ввода-вывода.
43. Принципы аналого-цифрового преобразования.
44. Шум квантования АЦП.

- 45. Апертурная неопределенность а.-ц. преобразования.
- 46. Устройство выборки и хранения.
- 47. Критерий выбора частоты дискретизации.
- 48. Классификация АЦП.
- 49. АЦП последовательного счета.
- 50. Цифро-аналоговый преобразователь на базе резистивной матрицы R-2R.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Технология информационно-измерительных систем	Кафедра ядерной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте Протокол № 11 от 21.05.2020 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ядерной физики (протокол № __ от _____.202_ г.)

Заведующий кафедрой
ядерной физики
к.ф.-м.н., доцент

_____ А.И.Тимощенко

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
к.ф.-м.н., доцент

_____ М.С.Тиванов