

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и образовательным инновациям

«30» _____ 2020 г. О.Н. Зарок

Регистрационный № УД- 9322 /уч.

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

Направления специальности:

1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность);

1-31 04 01-04 Физика (управленческая деятельность)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01 -2013 утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88; учебных планов №G31-162/уч., №G31и-177/уч., №G31-161/уч., №G31и-176/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.С. Слюсаренко — доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физ.-мат. наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.М.Сацук, заведующий кафедрой электроники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, 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 г.)

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

_____ А.И.Тимощенко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов:

- профессиональных знаний основ автоматизации современного физического эксперимента, базирующегося на широком применении средств вычислительной техники, математической основой работы которых является булева алгебра, а технической – интегральные логические схемы.

- знаний о методах и структурах цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, изучаются области их применения.

- навыков по автоматизации современного физического эксперимента с применением вычислительной техники и микроконтроллеров.

Задачи учебной дисциплины:

1. Вооружить студентов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для: проектирования и анализа элементарных узлов систем автоматизации эксперимента;
2. Привить навыки в области преобразования чисел в компьютерных системах;
3. Привить навыки в чтении электронных схем;
4. Формирование понимания современной элементной базы автоматизированных систем,

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.

Для усвоения дисциплины необходимо знание следующих дисциплин:

«Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физика атома и атомных явлений», «Основы радиоэлектроники».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций

академические компетенции:

-АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

-АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

-АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

-АК-4. Уметь работать самостоятельно.

-АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

-АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

-АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

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

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

социально-личностные компетенции:

-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:

– ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

– ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

– ПК-3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.

– ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

– ПК-9. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

– ПК-15. Применять знания физических основ современных технологий, средств автоматизации, методов планирования и организации производства, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, современного предпринимательства, государственного регулирования экономики и экономической политики.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы алгебры логики;
- особенности и способы применения цифровых логических микросхем;
- структуру современного автоматизированного физического эксперимента;
- основные методы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования;

уметь:

- разрабатывать и применять методы цифровой электроники и аналого-цифрового преобразования для построения электронных узлов физических приборов и установок

владеть:

- методикой построения современного физического эксперимента.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре. Форма получения высшего образования – очная, дневная.

Всего на изучение учебной дисциплины «ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА » отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 164 часа, в том числе 78 аудиторных часов, из них: лекции – 40 часов, лабораторный занятия - 36 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4,5 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в дисциплину.

Тема 1.1 Структура автоматизированного эксперимента.

Тема 1.2 Представление информации в ЭВМ. Системы счисления и коды. Перевод чисел из одной системы в другую. Представление отрицательных чисел. Прямой, обратный, дополнительный коды.

Тема 1.3 Анализ и синтез комбинационных схем. Булевы функции одной и нескольких переменных. Аксиомы и законы булевой алгебры. Совершенные нормальные формы. Минимизация булевых функций.

Тема 1.4 Логические интегральные схемы. ТТЛ, ЭСЛ, КМОП логические интегральные схемы. Схемотехника, основные характеристики и параметры.

Тема 1.5 Комбинационные схемы. Уравнения комбинационных схем. Минимизация комбинационных схем. Схемы сравнения чисел. Сложение-вычитание чисел. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, Преобразователи кодов.

Раздел 2. Элементная база систем автоматизации эксперимента

Тема 2.1 Триггеры. Асинхронные, синхронные триггеры. RS-, D-, JK-триггеры. Триггеры в интегральном исполнении. Регистры, применение регистров. Счетчики. Двоичные, десятичные счетчики. Счетчики с произвольным модулем счета. Вычитающие и реверсивные счетчики. Синтез синхронных счетчиков.

Тема 2.2 Вторичные преобразователи. Устройства опорного напряжения. Устройства выборки-хранения, компараторы. Цифро-аналоговые преобразователи. Структура и методы построения. ЦАП с весовыми резисторами. ЦАП с матрицей R-2R. Нелинейные ЦАП. Основные погрешности ЦАП. Аналого-цифровые преобразователи. Методы аналого-цифрового преобразования. Преобразователи напряжение-частота. Интегрирующие АЦП.

Раздел 3. Применение компьютеров в автоматизированном эксперименте.

Тема 3.1 Архитектура компьютера. Оперативное запоминающее устройство. Архитектура процессора.

Тема 3.2 Магистраль в ЭВМ. Способы передачи данных. Интерфейсы.

Тема 3.3 Программное обеспечение автоматизированного эксперимента. Системные и прикладные программы.

Раздел 4. Применение микроконтроллеров в автоматизации эксперимента

Тема 4.1 Микроконтроллеры. Назначение. Архитектура

Тема 4.2 Элементарные микроконтроллеры. Система Ардуино как простейший метод автоматизации эксперимента. Датчики, шилды, программное обеспечение Ардуино

Тема 4.3 Программируемые логические матрицы. Основные понятия и назначение.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7		9
1	Введение в дисциплину.							
1.1	Структура автоматизированного эксперимента.	4						
1.2	Представление информации в ЭВМ. Системы счисления и коды. Перевод чисел из одной системы в другую. Представление отрицательных чисел. Прямой, обратный, дополнительный коды.							
1.3	Анализ и синтез комбинационных схем. Булевы функции одной и нескольких переменных. Аксиомы и законы булевой алгебры. Совершенные нормальные формы. Минимизация булевых функций.	6			6			Отчет по лабораторной работе
1.4	Логические интегральные схемы. ТТЛ, ЭСЛ, КМОП логические интегральные схемы. Схемотехника, основные характеристики и параметры.	2			6			Отчет по лабораторной работе
1.5	Комбинационные схемы. Уравнения комбинационных схем. Минимизация комбинационных схем. Схемы сравнения чисел. Сложение-вычитание чисел. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, Преобразователи кодов.	4			6		1	Отчет по лабораторной работе контрольная работа
2	Элементная база систем автоматизации эксперимента							

2.1	Триггеры. Асинхронные, синхронные триггеры. RS-, D-, JK-триггеры. Триггеры в интегральном исполнении. Регистры, применение регистров. Счетчики. Двоичные, десятичные счетчики. Счетчики с произвольным модулем счета. Вычитающие и реверсивные счетчики. Синтез синхронных счетчиков.	2			6		1	Отчет по лабораторной работе
2.2	Вторичные преобразователи. Устройства опорного напряжения. Устройства выборки-хранения, компараторы. Цифро-аналоговые преобразователи. Структура и методы построения. ЦАП с весовыми резисторами. ЦАП с матрицей R-2R. Нелинейные ЦАП. Основные погрешности ЦАП. Аналого-цифровые преобразователи. Методы аналого-цифрового преобразования. Преобразователи напряжение-частота. Интегрирующие АЦП.	4			6			Отчет по лабораторной работе, контрольная работа
3	Применение компьютеров в автоматизированном эксперименте							
3.1	Архитектура компьютера. Оперативное запоминающее устройство. Архитектура процессора.	4						
3.2	Магистраль в ЭВМ. Способы передачи данных. Интерфейсы.	2			6			Отчет по лабораторной работе
3.3	Программное обеспечение автоматизированного эксперимента. Системные и прикладные программы.	4						
4	Применение микроконтроллеров в автоматизации эксперимента							
4.1	Микроконтроллеры. Назначение. Архитектура	4						
4.2	Элементарные микроконтроллеры. Система Ардуино как простейший метод автоматизации эксперимента. Датчики, шилды, программное обеспечение Ардуино	2						
4.3	Программируемые логические матрицы. Основные понятия и назначение.	2						
	ИТОГО	40			36		2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Основы автоматизации физического эксперимента: Курс лекций/В.Е.Ямный, В.П.Яновский.-Мн.БГУ, 2004.-283с.
2. Ямный В.Е. Аналого-цифровые преобразователи/ В.Е.Ямный.-Мн.:БГУ, 1980.- 283с.
3. Е.С.Левшина. Электрические измерения неэлектрических величин/Е.С.Левшина.: Энергоатомиздат,1983.-320с.
4. Практическая энциклопедия Arduino/ В.А. Петин, А.А. Биняковский, ISBN:978-5-97060-798-5, ДМК Пресс, 2020. – 166 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Ч.Гилмор. Введение в микропроцессорную технику/Ч.Гилмор-М.:Изд-во физ.-мат. Лит., 1988.-326с.
2. Дж .Фрайден. Современные датчики. Справочник/Дж. Фрайден.-М.: Техносфера, 2005.-592с.
3. Л. Фолкенберри. Применение операционных усилителей, Л. Фолкенберри.-М.:Мир, 1985.-572с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

В качестве средств диагностики и контроля знаний рекомендуется использовать:

1. Выполнение контрольной работы.
2. Отчеты по лабораторным занятиям.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена и зачета.

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,3; для экзаменационной оценки — 0,7.

Защита отчетов по лабораторным работам проводится в устной форме и оценивается по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за доклад, устные ответы и защиту отчетов по лабораторным работам.

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от №189-ОД от 31.03.2020)
3. Критерии оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию

При организации образовательного процесса используются:

1. **практико-ориентированный подход**, который предполагает:
 - освоение содержания образования через решения практических задач;
 - приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
 - использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.
 2. **метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)**, который предполагает:
 - приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
 - анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.
 3. **метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.
- Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.5. Анализ и синтез комбинационных схем.

Задание 1. Синтезировать комбинационную схему на основе задания предложенного преподавателем.

Тема 2.1. Синтез синхронных счетчиков.

Задание 1. Синтезировать синхронный счетчик, переключающийся в заданном порядке.

Тема 2.2. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи.

Задание 1. Нарисовать принципиальную схему устройства УВХ интеграторного типа.

Задание 2. Нарисовать принципиальную схему устройства УВХ компараторного типа.

Задание 3. Нарисовать схему разомкнутого УВХ.

Форма контроля - отчет по лабораторной работе, контрольная работа.

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Логические интегральные микросхемы.
2. Комбинационные схемы, синтез, минимизация.
3. Триггеры.
4. Регистры, счетчики.
5. Параллельный и последовательный интерфейсы
6. ЦАП и АЦП. Основные параметры

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 «Основы автоматизации эксперимента» размещаются конспекты лекций, а также приводятся электронные учебные материалы, рекомендуемые при изучении соответствующих тем. 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. Аналоговые и цифровые сигналы. Дискретизация, квантование
2. Основы алгебры логики. Аксиомы и законы алгебры логики.
3. Основные логические функции одного и двух аргументов.
4. Структура автоматизированного эксперимента.
5. Способы представления логических функций. СКНФ, СДНФ.
6. Алгоритм нахождения СДНФ.
7. Алгоритм нахождения СКНФ
8. Преобразователи перемещения, скорости, ускорения, угла поворота. (Датчики)
9. Комбинационные логические схемы. Синтез, минимизация.
10. Законы де Моргана, Закон Блейка-Порецкого.
11. Представление логических функций в базисе И-НЕ.
12. Преобразователи температуры.
13. Логические схемы РТЛ, ДТЛ.
14. Оптические преобразователи. ФЭУ.
15. Аналоговые ключи. Основные виды погрешностей ключей. Герконы.
16. Транзисторные ключи. УВХ. Принципы работы и основные погрешности.
17. Системы счисления, коды. Перевод чисел из системы в систему.
18. Запоминание максимальных значений сигнала.
19. Сложение и вычитание двоичных чисел.
20. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры.
21. Компараторы аналоговых сигналов. Погрешности компараторов, способы их уменьшения.
22. Цифро-аналоговые преобразователи. Классификация, основные характеристики и параметры.
23. Асинхронные и синхронные RS-триггеры. Уравнения триггеров.
24. ЦАП с резистивными матрицами. Основные схемы, достоинства, недостатки.
25. D-триггер, T-триггер, JK-триггер. Уравнения, преобразования триггеров.
26. ЦАП с токовыми ключами, ЦАП с перераспределением зарядов.
27. Регистры. Параллельные и последовательные регистры. Основные схемы, применения регистров.
28. Интегрирующие ЦАП. Преобразователи частоты в напряжение.
29. Счетчики. Классификация счетчиков.

30. Аналого-цифровые преобразователи. Классификация, основные характеристики и параметры.
31. Двоичные счетчики. Способы переноса.
32. Параллельные АЦП. АЦП последовательного приближения.
33. Недвоичные счетчики. Счетчики в интегральном исполнении, схемы включения.
34. АЦП последовательного счета. Следящие АЦП.
35. Счетчики как делители частоты.
36. Преобразователи напряжения в частоту. Мультивибраторы, одновибраторы, подавители дребезга контактов.
37. Архитектура компьютера. Этапы развития ЭВМ. Поколения ЭВМ.
38. Принципы фон Неймана. Гарвардская архитектура.
39. Архитектура ЭВМ: ОЗУ. Магистраль в ЭВМ. Порты. Шины ISA и PCI. Способ связи PnP. Способы передачи данных. Параллельный и последовательный интерфейс. Шина USB.
40. Аналоговый компьютер.
41. Микроконтроллер (МК) или однокристальной микро-ЭВМ. Периферийные устройства МК.
42. Назначение микроконтроллеров. Характерные черты микроконтроллеров (архитектура, незначительная ёмкость памяти; физическое и логическое разделение памяти программ и памяти данных; система команд ориентирована на решение задачи управления)
43. Архитектура AVR-микроконтроллеров. Tiny AVR (ATtinyXXX). Mega AVR (ATmegaXXX)
44. Микроконтроллер Ардуино. Интерфейс, протоколы обмена.
45. Система автоматизации эксперимента КАМАК
46. Система (протокол, шина) FASTBUS в автоматизации эксперимента.
47. Интернет вещей. Протокол ZigBee
48. Автоматические системы управления. Основные законы управления.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменении в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы радиоэлектроники	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 УВО

на ____/____ учебный год

[illegible]

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