

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

*Людмила Борисовна Титова* / Титова Л.В./  
13.06.2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.11.01 Электроника в атомной энергетике**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

ассистент Сабуров Анатолий Николаевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 24.06.2021, РП продлена на 2022-2023 учебный год, НМС физического факультета от 14.06.2022, протокол №6. РП продлена на 2025-2026 учебный год, НМС физического факультета от 20.05.2025, протокол №5.

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр(ы):** 8

## **9. Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- приобретение знаний об основном электрическом оборудовании на атомных электростанциях, о принципах работы контрольно-измерительных приборов (указывающих и регистрирующих), которые могут устанавливаться в разных цепях и разных местах: на центральном пульте управления, на главных щитах управления, на блочных щитах управления и на местных щитах АЭС.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение принципов работы многоканальных электронных регистраторов, видеомониторов, цифровых панельных измерительных приборов, дискретно-аналоговых измерительных приборов, анализаторов качества электроэнергии, панелей аварийно-предупредительной сигнализации.

## **10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к вариативной частиц цикла Б1.В.ДВ. (Дисциплины по выбору).

## **11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов.	ПК-3.1	Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок.	Знать: современное технологическое оборудование. Уметь: обращаться с современным технологическим оборудованием. Владеть: методами контроля за соблюдением технологической дисциплины и работы технологического оборудования.

## **12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —3/108.**

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

## **13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		8 семестр	
Аудиторные занятия	12		12
в том числе:	лекции		
	практические	12	12
	лабораторные		
Самостоятельная работа	96		96

Контроль		
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Итого:	108	108

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Практические занятия</b>			
1.1	Введение. Связь детектора с электронной аппаратурой.	Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала. Эквивалентная схема детектора. Выбор нагрузочного резистора. Согласование детектора с входными параметрами усилителя. Оптимальное согласование. Работа детектора на высокочастотный кабель.	-
1.2	Усилители в детекторах элементарных частиц. Шумы, наводки.	Классификация усилителей в зависимости от задачи, решаемой детектором. Токовые усилители, усилители напряжения, заряд чувствительные усилители. Типы и источники шумов и наводок. Способы и рекомендации борьбы с шумами и наводками. Оптимальная фильтрация, экранирование.	-
1.3	Формирование сигнала с детектора.	Аналогочная обработка формы сигнала. Укорачивание сигнала. Приведение сигнала с детектора к стандартной логической форме. Формирователи, дискриминаторы. NIM - стандарт.	-
1.4	Метод совпадений и антисовпадений.	Классические схемы совпадений и антисовпадений. Способы повышения временного разрешения схем совпадений. Использование стандартных интегральных схем. Программируемые логические матрицы.	-
1.5	Временные измерения. Амплитудные распределения.	Способы измерения коротких временных интервалов. Метод времени-амплитуда-цифра. Метод нониуса. Стандартные ВЦП. Способы измерения амплитуды импульсных сигналов. Одноканальные амплитудные анализаторы. Принципы построения многоканальных амплитудных анализаторов	-
1.6	Преобразование амплитуда-код.	Способы преобразования амплитуды импульсного сигнала в цифровой двоичный код. Преобразователи параллельного типа. АЦП в стандарте КАМАК.	-
1.7	Конвейерный режим накопления информации.	Современные многоканальные системы регистрации событий, работающие в конвейерном режиме. (Pipe-line).	-
1.8	Цифровая регистрация событий.	Базовые логические элементы. Цифровые логические схемы. Схемы с открытым коллектором.	
1.9	Быстродействующие логические элементы.	Быстродействующие схемы с ненасыщенными ключами. Серия 500. Помехоустойчивость цифровых схем.	-
1.10	Триггеры на интегральных схемах.	Типы триггеров. Способы повышения быстродействия.	-
1.11	Двоичные счётчики, регистры.	Типы двоичных счётчиков, используемых в системах оцифровки информации в детекторах. Буферные регистры в модулях КАМАК.	-
1.12	Стандарты NIM, CAMAC. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.	Принципы построения, различие в назначении систем NIM, CAMAC. Напряжения питания, логические уровни сигналов, элементная база.	-

		Принципы построения специализированных процессоров для задач физического эксперимента. Микроконтроллеры.	
--	--	---	--

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль
1	Введение. Связь детектора с электронной аппаратурой.		1		8	9
2	Усилители в детекторах элементарных частиц. Шумы, наводки.		1		8	9
3	Формирование сигнала с детектора.		1		8	9
4	Метод совпадений и антисовпадений.		1		8	9
5	Временные измерения. Амплитудные распределения.		1		8	9
6	Преобразование амплитуда-код.		1		8	9
7	Конвейерный режим накопления информации.		1		8	9
8	Цифровая регистрация событий.		1		8	9
9	Быстродействующие логические элементы.		1		8	9
10	Триггеры на интегральных схемах.		1		8	9
11	Двоичные счётчики, регистры.		1		8	9
12	Стандарты NIM, CAMAC. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.		1		8	9
Итого:		12			96	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Деменков В. Г.Начала электронных методов ядерной физики: Учебное пособие./ В. Г.Деменков, П. В.Деменков. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 384 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.
2	Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В.И. Старосельский .— М. : Юрайт, 2011 .— 463 с.
3	Мелешко Е. А. Быстродействующая импульсная электроника./ Е. А. Мелешко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с.
4	Федоров С. В.Электроника: учебник/ С.В.Федоров, А. В.Бондарев.— Оренбург: ОГУ, 2015.— 218 с.
5	Игнатов, Александр Николаевич. Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие / А. Н. Игнатов .— Москва : Лань, 2011 .— 538 с.
6	Комар М. В. Электронные системы ядерных и физических установок. Лабораторный практикум/ М. В.Комар , В. В.Шляхтин , В.Е.Ямный , В.П.Яновский.— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 320 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7	Цитович А. П. Ядерная электроника: учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 408 с. ил.
8	Мелешко Е. А. Измерительные генераторы в ядерной электронике / Е.А. Мелешко, А.А. Митин .— М. : Атомиздат, 1981 .— 255 с.
9	Ковальский, Е. Ядерная электроника / Е. Ковальский ; пер. с англ. под ред. И.В. Штраниха .— М. : Атомиздат, 1972 .— 358 с.
10	Басиладзе С. Г. Быстродействующая ядерная электроника / С. Г. Басиладзе .— М. : Энергоиздат, 1982 .— 160 с.
11	Шмидт, Ханс-Ульрих. Измерительная электроника в ядерной физике / Х. Шмидт ; пер. с немецкого Ю.А. Семенова .— М. : Мир, 1989 .— 189,[1] с.
12	Цифровая электроника : практическое руководство : [для студ. физ. фак. нерадиофиз. профиля и студ. фак. компьютер. наук специальностей: 010400 - Физика, 071900 - Информационные системы и технологии] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Захаров, Ю.П. Сбитнев .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011 .— 50 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**  
 (учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.03.02. Ядерные физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий:
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;

- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apollo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apollo-T	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

## **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение. Связь детектора с электронной аппаратурой.			
2	Усилители в детекторах элементарных частиц. Шумы, наводки.	ПК-3	ПК-3.1	Контрольные работы, собеседование
3	Формирование сигнала с детектора.			
4	Метод совпадений и			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	антисовпадений.			
5	Временные измерения. Амплитудные распределения.			
6	Преобразование амплитуда-код.			
7	Конвейерный режим накопления информации.			
8	Цифровая регистрация событий.	ПК-3	ПК-3.1	Устный опрос, собеседование по билетам к зачету
9	Быстродействующие логические элементы.			
10	Триггеры на интегральных схемах.			
11	Двоичные счётчики, регистры.			
12	Стандарты NIM, SAMAC. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.			
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устный опрос

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Базовый уровень	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

## **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

### **20.2.1. Перечень вопросов к зачету:**

1. Цифровая регистрация событий. Базовые логические элементы.
2. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Таймеры. Счетчики. Компараторы.
3. Цифровые логические элементы и схемы – теоретические сведения и расчётные формулы. Схемы с открытым коллектором.
4. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Основы программирования и система команд.
5. Дешифратор. Шифратор. Мультиплексор. Демультиплексор.
6. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Прерывания. Косвенная адресация.
7. Типы триггеров и их построение. Способы повышения быстродействия.
8. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Вычисляемый переход. Ведомый параллельный порт.
9. Регистры. Счетчики с непосредственными связями.
10. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Архитектура. Организация памяти.
11. Суммирующий счётчик. Реверсивный синхронный счётчик. Десятичный счётчик.
12. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Специальные функциональные регистры. Порты ввода/вывода.
13. Цифровые аналоговые преобразователи. Источники опорного напряжения.
14. Микроконтроллеры PIC16F8xx. Числа. Периферия. Состав. Общие принципы построения.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Базовый уровень	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно