

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
заведующий кафедрой  
ядерной физики

 (С.Г. Кадменский)

25.05.2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.13 Физический практикум по ядерной электронике**

---

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

14.04.02 Ядерная физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация/магистерская программа:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация (степень) выпускника: магистр**

**4. Форма обучения: очная**

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

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

Сабуров Анатолий Николаевич, ассистент

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 5 от 23.05.2018

**8. Учебный год: 2018/2019**

**Семестр: 2**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения учебной дисциплины – дать студентам широкое представление и достаточно углубленные знания о методах исследований и измерений, применяющихся физиками - экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- освоение студентами наиболее общих методов измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при исследовании излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.
- формирование у студентов физического подхода к процессам в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств при регистрации, ионизирующих излучений.
- освоение студентами современной электронной базы построения исследовательских и измерительных систем. Основная задача - освоение студентами наиболее общих методов измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при проведении исследований излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к вариативной части дисциплин Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии.

Входными знаниями являются знание аналоговой и цифровой электроники, ядерной физики, статистической обработки результатов измерений. Опирается на дисциплины: ядерная физика, физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики.

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-6	способностью самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования	знать: процессы в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств, методы исследований и измерений, применяющиеся физиками-экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц, современную электронную базу построения исследовательских и измерительных систем уметь: использовать общие методы построения систем измерений и обработки экспериментальных результатов и применять их для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии. владеть (иметь навыки): практическими навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) - зачет**

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		2 семестр		...
Аудиторные занятия	34	34		
в том числе: лекции				
практические	34	34		
лабораторные				
Самостоятельная работа	74	74		
Форма промежуточной аттестации (зачет)				
Итого:	108	108		

**13.1 Содержание дисциплины:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>Практические занятия</b>		
1.	Исследование источников вторичного электропитания	Изучение принципа работы и исследование характеристик неуправляемых и управляемых источников вторичного электропитания (ИБЭ), а также стабилизаторов на дискретных элементах и с использованием интегральных микросхем.
2	Исследование простейших транзисторных усилителей	Изучение принципа работы и исследование характеристик простейших усилителей на биполярных, полевых и составных транзисторах, включенных по схемам ОЭ, ОК (ОИ, ОС).
3	Исследование дифференциального усилителя и бестрансформаторного усилителя мощности	Изучение принципа работы и исследование характеристик дифференциального усилителя и усилителя мощности, применяемого в качестве выходного усилителя.
4	Исследование операционных усилителей	Ознакомление с характеристиками и параметрами операционных усилителей без обратной связи и с обратными связями. Исследование применений операционных усилителей в качестве избирательных усилителей, сумматоров, активных фильтров, интеграторов и дифференциаторов.
5	Исследование автогенераторов синусоидальных колебаний	Изучение и исследование характеристик некоторых типов автогенераторов синусоидальных колебаний.
6	Исследование импульсных устройств	Изучение принципа работы и исследование характеристик компаратора, мультивибратора (в автогенераторном и ждущем режимах) и генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН).
7	Исследование логических элементов и устройств	Ознакомление с основными характеристиками простейших логических микросхем, основами синтеза сложных логических элементов и триггеров, логических функций.
8	Исследование регистров, счетчиков и дешифраторов	Ознакомление с устройством и принципом работы простейших регистров, счетчиков и дешифраторов, способами ввода и вывода цифровой информации.
9	Исследование оптоэлектронных приборов и устройств	Изучение принципа работы и характеристик оптоэлектронных приборов; ознакомление с устройствами, использующими оптоэлектронные приборы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
10	Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей	Ознакомление с принципом работы АЦП и ЦАП, исследование точности преобразования аналоговых и цифровых величин с их помощью.

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Исследование источников вторичного электропитания		3		7	10
2	Исследование простейших транзисторных усилителей		3		7	10
3	Исследование дифференциального усилителя и бестрансформаторного усилителя мощности		3		7	10
4	Исследование операционных усилителей		4		8	12
5	Исследование автогенераторов синусоидальных колебаний		3		7	10
6	Исследование импульсных устройств		3		7	10
7	Исследование логических элементов и устройств		4		8	12
8	Исследование регистров, счетчиков и дешифраторов		4		8	12
9	Исследование оптоэлектронных приборов и устройств		3		7	10
10	Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей		4		8	12
	Итого		34		74	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 выбираются разделы дисциплины, усвоение которых необходимо для выполнения лабораторных работ.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал дисциплины, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации и практические занятия. Нельзя оставлять неясные вопросы, следует лучше готовиться к лабораторным занятиям. Для самостоятельного изучения разделов дисциплины, рекомендованных преподавателем, необходимо иметь учебники из списка основной или дополнительной литературы.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	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.
2	Деменков В. Г., Деменков П. В. Начала электронных методов ядерной физики: Учебное пособие.— СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 384 с.:
3	Справочник по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro, - Сайт <a href="http://www.microchip.ru">http://www.microchip.ru</a>
4	Однокристалльные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microchip Technology Incorporated PIC16F8xx, - Сайт <a href="http://www.microchip.ru">http://www.microchip.ru</a>
5	Мелешко Е. А. Быстродействующая импульсная электроника, - ББК 32.973 М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. <a href="http://knigikachay.ru/bystrodeystvuyuschaya-impul-snaya-elektronika/">http://knigikachay.ru/bystrodeystvuyuschaya-impul-snaya-elektronika/</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Цитович А. П. Ядерная электроника: учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 408 с. ил.
7	Мелешко Е. А. Измерительные генераторы в ядерной электронике / Е.А. Мелешко, А.А. Митин .— М. : Атомиздат, 1981 .— 255 с.
8	Ковальский, Е. Ядерная электроника / Е. Ковальский ; пер. с англ. под ред. И.В. Штраниха .— М. : Атомиздат, 1972 .— 358 с.
9	Басиладзе С. Г. Быстродействующая ядерная электроника / С. Г. Басиладзе .— М. : Энергоиздат, 1982 .— 160 с.
10	Шмидт, Ханс-Ульрих. Измерительная электроника в ядерной физике / Х. Шмидт ; пер. с немецкого Ю.А. Семенова .— М. : Мир, 1989 .— 189,[1] с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
11	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ.
12	Игнатов, Александр Николаевич. Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие / А. Н. Игнатов .— Москва : Лань, 2011 .— 538 с. : ил. ; 22 .— ISBN 978-5-8114-1136-8 : 799.92 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=684">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=684</a> >.

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
13	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.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

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

учебная лаборатория, компьютеры, программное обеспечение

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-6 способностью самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования	Знать: современную электронную базу построения исследовательских и измерительных систем, применяющихся физиками - экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц, процессы в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимать принципиальные возможности и ограничения электронных устройств	1. Исследование источников вторичного электропитания 2 Исследование простейших транзисторных усилителей 3 Исследование дифференциального усилителя и бестрансформаторного усилителя мощности 4 Исследование операционных усилителей 7 Исследование логических элементов и устройств	Опрос Практическое задание
	Уметь: использовать общие методы построения систем измерений и обработки экспериментальных результатов и применять их для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.	5 Исследование автогенераторов синусоидальных колебаний 6 Исследование импульсных устройств	Опрос Практическое задание
	Владеть: практическими навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач	8 Исследование регистров, счетчиков и дешифраторов 9 Исследование оптоэлектронных приборов и устройств 10 Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей	Опрос Практическое задание
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>зачет</b>	КИМ

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>1) правильность, полнота и глубина ответа (верное и глубокое изложение фактов, понятий, законов, закономерностей, принципов; опора при ответе на исходные методологические положения; анализ основных теоретических материалов, описанных в различных источниках, связь теории с практикой; иллюстрация ответа конкретными примерами; отсутствие необходимости в уточняющих вопросах);</p> <p>2) логическая последовательность изложения материала в процессе ответа;</p> <p>3) грамотное изложение материала на высоком научном уровне, высокая культура речи;</p> <p>4) наличие полных и обоснованных выводов;</p> <p>5) демонстрация собственной профессиональной позиции (творческое применение знаний в практических ситуациях, демонстрация убежденности, а не безразличия; демонстрация умения сравнивать, классифицировать, обобщать)</p>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<p>1. Невыполнение одного из требований к ответу (к одному из вопросов экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.</p> <p>2. Невыполнение двух требований (либо двух к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильный ответ только на один дополнительный вопрос в пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильные ответы не менее чем на два дополнительных вопроса пределах программы</p>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<p>1. Невыполнение двух требований (либо двух к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильные ответы на два дополнительных вопроса пределах программы.</p> <p>2. Невыполнение трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильный ответ только на один дополнительный вопрос пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильные ответы не менее чем на два дополнительных вопроса пределах программы</p>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<p>1. Невыполнение более четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1).</p> <p>2. Невыполнение трех требований в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильные ответы на два дополнительных вопроса пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), правильный ответ только на один из не менее двух дополнительных вопросов в пределах программы.</p>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету: 1. Что представляет собой р-п переход?

2. Из каких полупроводников состоят диоды и стабилитроны?

3. Каковы назначение и области применения полупроводниковых выпрямительных диодов?

4. Каковы назначение и области применения полупроводниковых стабилитронов?1

5. Что такое вольтамперная характеристика полупроводникового диода (стабилитрона)?

6. Как обозначаются полупроводниковые диоды и стабилитроны на принципиальных электрических схемах?

7. Какая ветвь вольтамперной характеристики является рабочей для стабилитрона, а какая для выпрямительного диода?

8. Что такое статический коэффициент передачи тока базы  $\beta$  в схеме ОЭ?

9. Что называется входной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)?

10. Что называется выходной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)?

11. Что является основными носителями, а что является неосновными носителями в полупроводнике р-типа?

12. Что является основными носителями, а что является неосновными носителями в полупроводнике n-типа?

13. Характеристики идеального операционного усилителя.

14. Укажите условия, благодаря которым коэффициент усиления идеального усилителя с замкнутой обратной связью полностью определяется цепью обратной связи. Покажите это.

15. Начертите следующие схемы с операционным усилителем: повторитель напряжения, неинвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель с внешней обратной связью.

16. Дайте определение напряжения сдвига.

17. Начертите следующие схемы с операционным усилителем: инвертирующего сумматора, схему сложения- вычитания. Объясните принцип действия схем.

18. Объясните принцип действия интегрирующей и дифференцирующей схем с операционным усилителем.

19. Начертите схемы логарифмического и усилителя. Объясните принцип действия.

20. Объясните принцип действия пикового детектора с операционным усилителем.

21. Начертите переходную характеристику идеального операционного усилителя с отрицательной обратной связью, имеющих  $U_{см} \neq 0$ ,  $U_{см} = 0$ . Объясните вид характеристик.

22. Объясните принцип работы компаратора.

23. Назовите основные преимущества активных фильтров перед пассивными. Недостатки активных фильтров.

24. Перечислите основные типы фильтров. Начертите их частотные характеристики. Укажите полосу заграждения, пропускания и переходной участок.

25. Основные характеристики фильтров в частотной области.

26. Временные характеристики фильтров.

27. Что такое передаточная функция фильтра? Укажите связь между числом полюсов передаточной функции и наклоном характеристики фильтра на переходном участке.

28. Перечислите преимущества каждого из следующих типов фильтров: Бесселя, Баттерворта, Чебышева, фильтра с критическим затуханием.

29. Логарифмические характеристики. Их преимущества.

30. Начертите схемы ФНЧ и ФВЧ первого порядка. Выведите формулы для расчета параметров элементов схемы.

31. Начертите обобщенную схему фильтра второго порядка со сложной отрицательной обратной связью. Запишите обобщенную передаточную функцию схемы в проводимостях.

32. Начертите схемы ФНЧ и ФВЧ второго порядка со сложной отрицательной обратной связью. Покажите необходимость использования в качестве элементов схемы соответствующих типов проводимостей (емкостная или резистивная).

33. Начертите обобщенную схему фильтра второго порядка с положительной обратной связью. Запишите обобщенную передаточную функцию схемы в проводимостях.
34. Начертите схемы ФНЧ и ФВЧ с положительной обратной связью. Покажите необходимость использования в качестве элементов схемы соответствующих проводимостей.
35. Полосовой фильтр. Его основные характеристики. Схемы полосового фильтра.
36. Реализация ФНЧ и ФВЧ более высокого порядка.
37. Основные понятия и термины цифровой электроники.
38. Понятие цифровой схемы (аналоговый и цифровой сигналы).
39. Логические элементы. Основные и комбинированные.
40. Синтез логических устройств.
41. Триггеры. Основные понятия. Асинхронный RS-триггер
42. Счетчики. Назначение. Типы счетчиков, их назначение.
43. Основные показатели счетчиков. Делитель частоты.
44. Регистры. Назначение. Типы регистров.
45. Параллельные регистры. Методика записи и считывания информации.
46. Последовательные регистры. Методика записи и считывания информации. Умножение «на 2».
47. Дешифраторы и шифраторы. Назначение. Таблица истинности для дешифратора на 2 разряда и шифратора на 4 входа.
48. Назначение ЦАП (АЦП).
49. Какие методы преобразования используются в ЦАП (АЦП).
50. Какие основные параметры имеют ЦАП (АЦП),
51. Чем определяются погрешности при методе последовательного уравнивания.
52. Что такое нелинейность шкалы АЦП.
53. Чем определяется погрешность при методе считывания, поразрядного уравнивания.
54. Каковы основные достоинства и недостатки основных методов преобразования.
55. Что такое динамическая погрешность для АЦП.

### 19.3.2 Перечень практических заданий

### 19.3.4 Тестовые задания

## 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в формах (указать нужное): устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, эссе, сочинения, выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы и пр.); тестирования; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа, портфолио и др.). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация может включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.