

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



**Рабочая программа дисциплины**

«Применение аналоговых схем в медицинской технике»

Направление подготовки

03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки

«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов, 2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Применение аналоговых схем в медицинской технике», является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений в областях теоретических основ аналоговой схемотехники, представления об элементной базе современных аналоговых медицинских устройств — основных типов транзисторов, схем их включения, основных аналоговых схем и методов их анализа.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование базовых теоретических знаний в области физики полупроводников и полупроводниковых приборов, принципов их работы, основных схем включения и их анализа;
- формирование базовых теоретических знаний в области основных дискретных и интегральных усилительных схем, методов их анализа;
- формирование базовых теоретических знаний в области автоколебательных систем диапазона низких, средних и высоких частот, методов стабилизации частоты автоколебаний, а так же различных методов анализа автоколебательных схем.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина по выбору «Применение аналоговых схем в медицинской технике» относится к вариативной части блока «Дисциплина» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, обучающимися по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», в течение 5 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Электричество и магнетизм» и подготавливает студентов к освоению в том же или в последующих семестрах таких дисциплин как «Принципы построения цифровых вычислительных систем», «Основы микропроцессорной техники».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Применение аналоговых схем в медицинской технике» формируются следующие компетенции:

ПК–2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	лабораторные	практические	СРС	

1.	Основы физики полупроводниковых приборов.	5	2	2	8	0	8	
2.	Усилители, основные методы анализа, характеристики и параметры.	5	6	4	8	0	8	тест
3.	Многокаскадные усилители, схемы межкаскадной связи.	5	8	2		0	8	тест
4.	Усилители с гальванической связью.	5	10	2	6	0	8	контрольная работа
5.	Усилители мощности.	5	11	1		0	8	тест
6.	Операционные усилители.	5	15	4	8	0	9	тест
7.	Автогенераторы	5	17	2	4	0	8	
	Итого:			17	34	0	57	Консультация, экзамен (36 часов)

### Содержание дисциплины

#### 1. Основы физики полупроводников.

Полупроводники, собственная проводимость, структура энергетических зон, уровень Ферми. Примесные полупроводники: полупроводники с проводимостью  $n$  – типа, структура энергетических зон. Примесные полупроводники: полупроводники с проводимостью  $p$  – типа, структура энергетических зон. Контактные явления в полупроводниках,  $p$ - $n$  переход, токи диффузии и дрейфа, структура энергетических зон. Вольтамперная характеристика  $p$ - $n$  перехода.

#### 2. Основы физики полупроводниковых приборов.

Полупроводниковые диоды, ВАХ диода с  $p$ - $n$  переход и ее отличие от ВАХ  $p$ - $n$  перехода. Транзисторы биполярные, режимы и принцип работы. Схемы включения транзисторов: биполярный транзистор в схеме с общим эмиттером, характеристики. Схемы включения транзисторов: биполярный транзистор в схеме с общей базой, характеристики. Четырехполюсники, система  $h$  – параметров. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общей базой, характеристики. Полевой транзистор с управляющим  $p$ - $n$  переходом, принцип работы. Полевой транзистор со встроенным каналом, принцип работы. Полевой транзистор с индуцированным каналом, принцип работы. Параметры и характеристики полевых транзисторов. Приборы с зарядовой связью.

#### 3. Усилители, основные методы анализа, характеристики и параметры.

Усилители, характеристики и параметры усилителей. Спектральный метод анализа. Амплитудно–частотная и фазочастотная характеристики, комплексная частотно–фазовая характеристики. Переходной и импульсный методы анализа. Переходная и импульсная характеристики усилителей. Нелинейные искажения в усилителях, коэффициент нелинейных искажений. Усилительный каскад на биполярном транзисторе, эквивалентная схема, коэффициент усиления. Графический метод анализа усилительного каскада на биполярном транзисторе, нагрузочная прямая, выбор рабочей точки. Обратные связи в усилителях: параллельная, последовательная, положительная и отрицательная. Коэффициент усиления усилителя с последовательной ООС по напряжению. Влияние ООС на параметры и характеристики усилителей. Примеры усилительных каскадов с обратной связью. Эмиттерный повторитель.

#### 4. Многокаскадные усилители, схемы межкаскадной связи.

Многокаскадные усилители. Коэффициент усиления, амплитудно–частотная и фазочастотная характеристик многокаскадного усилителя. Основные типы схем межкаскадной связи: емкостная, с трансформаторной, оптоэлектронная, достоинства и недостатки.

## **5. Усилители с гальванической связью.**

Усилители с гальванической связью, достоинства, недостатки. Температурный дрейф усилителя с гальванической связью. Методы компенсации температурного дрейфа. Дифференциальный усилитель, его схема и принцип работы. Синфазное и дифференциальное входные напряжения. Коэффициент подавления синфазного входного сигнала, коэффициент усиления дифференциального входного сигнала.

## **6. Усилители мощности.**

Основные особенности работы усилителей мощности, коэффициент полезного действия. Основные классы усилителей мощности. Класс А – линейные усилители мощности. Усилители мощности с отсечкой тока коллектора, усилители класса В и С. Двухтактный каскад усилителя мощности. Двухтактные усилители мощности на комплементарных биполярных транзисторах.

## **7. Операционные усилители.**

Операционные усилители. Операционный усилитель К140УД1, структура, принцип работы. Параметры и характеристики операционных усилителей. Некоторые типовые схемы на ОУ: инвертирующий и неинвертирующий усилители, аналоговый сумматор и разностный усилитель, дифференцирующий усилитель и интегрирующий усилитель, логарифмический и потенцирующий усилители, аналоговый умножитель, аналоговый делитель, схема извлечения квадратного корня.

## **8. Автогенераторы.**

Понятие и принцип работы автогенераторов. Условия возбуждения автогенераторов: баланс фаз и баланс амплитуд. Основные типовые схемы автогенераторов. Стабилизация частоты автогенераторов. Импульсные генераторы. Триггер.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине (лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа) с целью создания условий для самоактуализации и самореализации обучающихся, предоставления возможностей для конструирования собственного знания, используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- творческие задания;
- дискуссии на заданную тему.

При проведении лекционных занятий используется персональный компьютер, мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс-опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки. Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них.

Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

При проведении практических занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (компьютерами интерактивным проектором) излагаются и анализируются творческие

задания, синтезируются математические модели формирования электромагнитных полей и протекания электрических токов.

При проведении лабораторных занятий выполняются натурные эксперименты в лабораторном практикуме. Лабораторные работы проводятся на базе оснащенной лаборатории, с использованием действующих установок по исследованию электрических и магнитных полей, а также электрических цепей и волноведущих линий.

Самостоятельная работа студента включает в себя составление и оформление отчетов о выполненных лабораторных работах и практических заданиях в соответствии со стандартом организации.

#### **Перечень лабораторных работ (примерный)**

- 1) Измерение параметров и характеристик биполярного транзистора.
- 2) Усилительный каскад на биполярном транзисторе.
- 3) Дифференциальный усилитель.
- 4) Основные типовые схемы на операционных усилителях.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного года (семестра) (периода изучения дисциплины) и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и лабораторным.

#### **Примерная тематика практических занятий (семинаров)**

1. Биполярный транзистор.
2. Полевой транзистор с управляющим р-переходом
3. Полевой транзистор с изолированным затвором
4. Графический метода анализа усилительного каскада на биполярном транзисторе
5. Обратные связи в усилителях
6. Дифференциальный усилитель
7. Операционный усилитель, структура
8. Инвентирующий и неинвентирующие усилители на ОУ
9. Дифференцирующий и интегрирующий усилители на ОУ
10. Аналоговый умножитель на ОУ
11. Схема извлечения квадратного корня на ОУ
12. Структура автогенераторов
13. RC-генераторы.
14. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты
15. Мультивибратор
16. Триггер.

#### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении рекомендованной литературы, подготовки к лекциям, лабораторным занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

В преподавании дисциплины «Применение аналоговых схем в медицинской технике» используется последовательное изложение теоретического материала лекционного курса с последующим его закреплением на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе студентов.

Лабораторные занятия необходимо строить на пройденном материале лекционного курса, в котором изложены теоретические аспекты текущего лабораторного занятия, а также на проработке отдельных вопросов при самостоятельной работе студентов. На лабораторных занятиях необходимо путем устного опроса студентов контролировать глубину усвоения теоретических знаний, необходимых для выполнения лабораторного занятия. Предполагается также, что выполнение работы будет осуществляться парами студентов (в соответствии с правилами по технике безопасности при работе с электрооборудованием и с химреактивами) и при непосредственном контроле инженерного вспомогательного персонала.

### Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до начала следующего лекционного занятия, по непонятым деталям учебного материала консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к выполнению и отчетам по лабораторным работам тщательно изучать описание работы, теоретический материал для выполнения каждой работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю или дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- задания, выдаваемые лектором во время лекции на самостоятельное изучение отдельных вопросов, обязательны для выполнения, и качество их выполнения проверяется во время экзамена.

### **Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы**

1. Полупроводники, собственная проводимость, структура энергетических зон, уровень Ферми.
2. Примесные полупроводники: полупроводники с проводимостью  $n$  – типа, структура энергетических зон..
3. Контактные явления в полупроводниках,  $p$ - $n$  переход, токи диффузии и дрейфа, структура энергетических зон.
4. Транзисторы биполярные, режимы и принцип работы.
5. Схемы включения транзисторов: биполярный транзистор в схеме с общим эмиттером, характеристики
6. Четырехполосники, система  $h$  – параметров.
7. Примеры усилительных каскадов с обратной связью..
8. Некоторые типовые схемы на ОУ: логарифмический и потенцирующий усилители
9. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.
10. Эмиттерный повторитель.
11. Некоторые типовые схемы на ОУ: аналоговый умножитель

12. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общей базой, характеристики.
13. Многокаскадные усилители. Схемы межкаскадной связи: емкостная, с трансформаторная, оптоэлектронная, достоинства и недостатки..
14. Некоторые типовые схемы на ОУ: аналоговый делитель.
15. Полевой транзистор с управляющим  $p-n$  переходом, принцип работы..
16. Полевой транзистор с управляющим  $p-n$  переходом, принцип работы.
17. Некоторые типовые схемы на ОУ: схема извлечения квадратного корня.
18. Автогенераторы. Структура, условия возбуждения автоколебаний
19. Уравнение Ван-дер-Поля, вывод и свойства
20. Генераторы низкочастотных колебаний, RC-генераторы
21. Генератор с мостом Вина
22. Генератор с трехзвенной RC цепочкой
23. Стабилизация частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты
24. Импульсные устройства, параметры импульсных сигналов
25. Мультивибратор
26. Триггер

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации  
по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена)**

1. Полупроводники, собственная проводимость, структура энергетических зон, уровень Ферми.
2. Полевой транзистор со встроенным каналом, принцип работы.
3. Дифференциальный усилитель.
4. Примесные полупроводники: полупроводники с проводимостью  $n$  – типа, структура энергетических зон..
5. Полевой транзистор с индуцированным каналом, принцип работы..
6. Усилители мощности, особенности работы, классы усилителей. Класс А.
7. Примесные полупроводники: полупроводники с проводимостью  $p$  – типа, структура энергетических зон.
8. Параметры и характеристики полевых транзисторов.
9. Усилители мощности с отсечкой тока коллектора.
10. Контактные явления в полупроводниках,  $p-n$  переход, токи диффузии и дрейфа, структура энергетических зон.
11. Усилители, характеристики и параметры усилителей.
12. Двухтактные выходные каскады.
13. Вольтамперная характеристика  $p-n$  перехода
14. Усилительный каскад на биполярном транзисторе, эквивалентная схема, коэффициент усиления.
15. Операционные усилители. Операционный усилитель К140УД1, структура, принцип работы.
16. Полупроводниковый диод, ВАХ диода и ее отличие от ВАХ  $p-n$  перехода.
17. Графический метод расчета усилительного каскада на биполярном транзисторе, нагрузочная прямая, выбор рабочей точки.
18. Параметры и характеристики операционных усилителей.
19. Транзисторы биполярные, режимы и принцип работы.
20. Обратные связи в усилителях: параллельная, последовательная, положительная и отрицательная.
21. Некоторые типовые схемы на ОУ: инвертирующий и неинвертирующий усилители.
22. Схемы включения транзисторов: биполярный транзистор в схеме с общим эмиттером, характеристики
23. Коэффициент усиления усилителя с последовательной ООС по напряжению.

24. Некоторые типовые схемы на ОУ: аналоговый сумматор и разностный усилитель.
25. Схемы включения транзисторов: биполярный транзистор в схеме с общей базой, характеристики.
26. Влияние ООС на параметры и характеристики усилителей.
27. Некоторые типовые схемы на ОУ: дифференцирующий усилитель и интегрирующий усилитель
28. Четырехполосники, система  $h$  – параметров.
29. Примеры усилительные каскадов с обратной связью..
30. Некоторые типовые схемы на ОУ: логарифмический и потенцирующий усилители
31. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.
32. Эмиттерный повторитель.
33. Некоторые типовые схемы на ОУ: аналоговый множитель
34. Эквивалентная схема и  $h$  – параметры биполярного транзистора в схеме с общей базой, характеристики.
35. Многокаскадные усилители. Схемы межкаскадной связи: емкостная, с трансформаторная, оптоэлектронная, достоинства и недостатки..
36. Некоторые типовые схемы на ОУ: аналоговый делитель.
37. Полевой транзистор с управляющим  $p-n$  переходом, принцип работы..
38. Полевой транзистор с управляющим  $p-n$  переходом, принцип работы.
39. Некоторые типовые схемы на ОУ: схема извлечения квадратного корня.
40. Автогенераторы. Структура, условия возбуждения автоколебаний
41. Уравнение Ван-дер-Поля, вывод и свойства
42. Генераторы низкочастотных колебаний, RC-генераторы
43. Генератор с мостом Вина
44. Генератор с трехзвенной RC цепочкой
45. Стабилизация частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты
46. Импульсные устройства, параметры импульсных сигналов
47. Мультивибратор
48. Триггер

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1– Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в 5 семестре

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
10	40	0	20	0	10	20	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### Лекции

- Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр: от 0 до 10 баллов.

#### Лабораторные занятия

- Выполнения лабораторных работ предусмотренных рабочей программой: от 0 до 40 баллов

#### Практические занятия

Не предусмотрено рабочей программой.

#### Самостоятельная работа



- Оформление отчетов о выполненных лабораторных работах и рефератов:  
от 0 до 20 баллов

*Автоматизированное тестирование*

Не предусмотрено рабочей программой.

*Другие виды учебной деятельности*

- Подготовка рефератов предусмотренных рабочей программой:  
от 0 до 10 баллов

*Промежуточная аттестация (экзамен)*

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных, лабораторных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде письменного экзамена. Во время проведения экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы экзаменационного билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всем разделам изучаемой дисциплины. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему материалу изучаемой дисциплины. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, владеть методами аргументирования своих утверждений, а также методами построения и анализа математических моделей технологических процессов и производственных систем. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 1 «Фонда оценочных средств»).

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 18 до 20 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 15 до 17 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 15 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике» в оценку (экзамен) осуществляется в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике» (экзамен)

90 – 100 баллов	«отлично»
80 – 89 баллов	«хорошо»
60 – 79 баллов	«удовлетворительно»
0 – 59 баллов	«не удовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 6 и 12 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике», может быть проставлена без сдачи экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

- 1) Белоус, А.И. Основы схемотехники микроэлектронных устройств. [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, В.А. Емельянов, А. Турцевич. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2012. — 472 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876> — Загл. с экрана.
- 2) Шеин, А.Б. Методы проектирования электронных устройств. [Электронный ресурс] / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2011. — 455 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=520288> — Загл. с экрана.

### б) дополнительная литература:

- 1) Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики. [Электронный ресурс] : Учебники / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/67462> — Загл. с экрана.
- 2) Шалимова, К.В. Физика полупроводников. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/648> — Загл. с экрана.
- 3) Шалимова, К.В. Физика полупроводников. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/648> — Загл. с экрана.

*Лазарева*

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- 1) ОС Windows
- 2) Антивирус Касперского для Windows Workstations
- 3) Microsoft Office
- 4) Каталог образовательных Интернет-ресурсов. — Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
- 5) Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. — Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
- 6) Официальный сайт корпорации National Instruments, которая является одним из мировых лидеров в технологии виртуальных приборов и в разработке и изготовлении аппаратного и программного обеспечения для систем автоматизированного тестирования. <http://ni.com/>
- 7) Образовательный математический сайт. Режим доступа - <http://exponenta.ru/>
- 8) Официальный сайт научного книжного центра «ФИЗМАТКНИГА» — группы организаций, задачей которых является издание и распространение литературы по естественным наукам; преимущественно физико-математическим. <http://www.fizmatkniga.ru/>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины


Занятия по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике» проводятся в аудиториях, оснащенных экспериментальными установками, электро и радиоизмерительными приборами, проекторами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине «Применение аналоговых схем в медицинской технике» проводятся в аудиториях, оснащенных экспериментальными установками, электро и радиоизмерительными приборами, проекторами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 «Физика» и профилю подготовки «Медицинская физика».

Автор: заведующий кафедрой динамического моделирования и биомедицинской инженерии  
доктор физико-математических наук

  
Селезнев Е.П.

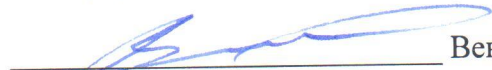
Программа одобрена на заседании кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии, протокол № 8 от 23 августа 2016 г.

Зав. кафедрой динамического моделирования и биомедицинской инженерии  
доктор физико-математических наук

  
Селезнев Е.П.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Декан факультета nano- и биомедицинских технологий,  
доктор физико-математических наук, профессор

  
Вениг С.Б.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.