

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТиЭФ

_____ Е. А. Ванина

« _____ » _____ 2007 г.

МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 010701 – «Физика»

Составитель: Минайлов А. В.

Благовещенск

2007 г.

Федеральное агентство по образованию РФ
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УНР

_____ Е. С. Астапова

« ____ » _____ 200__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По *Медицинской электронике*

Для специальности *010701 – физика*

Курс 4 Семестр 7

Лекции 28 (час.) Эзамен -

Практические (семинарские) занятия - 14 Зачет - 7 семестр

Лабораторные занятия -

Самостоятельная работа -

Всего часов – 42

Составитель Минайлов А. В.

Факультет *инженерно – физический*

Кафедра *теоретической и экспериментальной физики*

2007 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и авторских разработок по специальности 010701 «физика»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики

«__» _____ 2007г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ Ванина Е.А.

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методического совета специальности 010701 – «физика»

«__» _____ 2007г., протокол № _____

Председатель УМСС _____

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

_____ Г.Н. Торопчина

«__» _____ 2007 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

_____ В.Ф. Ульянычева

«__» _____ 2007 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ Ванина Е.А.

«__» _____ 2007г.

Рабочая программа переутверждена на 200__/200__ уч. год на заседании кафедры ТиЭФ " __ " _____ 200__ г. протокол № _____

Зав. выпускающей кафедрой _____

Рабочая программа переутверждена на 200__/200__ уч. год на заседании кафедры ТиЭФ " __ " _____ 200__ г. протокол № _____

Зав. выпускающей кафедрой _____

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМАТИКА КУРСА

Раздел1. Введение. Организм человека. Основные виды болезней органов и тканей человеческого организма .Физические основы методов диагностики болезней органов и тканей человеческого организма .

Раздел2. Оптико-термические и рентгенографические методы диагностики. Электромагнитные методы диагностики.

Раздел3. Виды электрических сигналов и элементы электронных схем.

Раздел4. Принципы построения аналоговых электронных устройств.

Раздел5. Элементы и принципы построения цифровых электронных устройств

Раздел 6. Электронная медицинская аппаратура и техника медико–биологического эксперимента.

1. Цели и задачи дисциплины.

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Изучение физических основ методов медицинской диагностики человеческого организма, развитие представлений о принципах построения диагностической и лечебной аппаратуре, развитие научно – технических понятий в целях повышения научного и профессионального уровня будущих специалистов – физиков.

Преподавание курса связано с курсом общей физики, электроники, метрологии, биохимии. По завершении изучения дисциплины студент должен знать основные методы диагностики и их физические принципы, понимать

назначение, физические и электронные принципы работы наиболее распространенных диагностических и лечебных аппаратов.

1.2 Основные знания, приобретаемые студентами при изучении дисциплины:

Студент должен знать:

1. основы современной схемотехники, применяемой в электронной медицинской аппаратуре и устройствах автоматизации медико–биологического эксперимента;
2. общие вопросы съема медико–биологической информации и измерения физических величин;
3. основы анатомии и физиологии человеческого организма;
4. основы автоматизации эксперимента;
5. основы электробезопасности медицинской аппаратуры.

1.3 Основные навыки, приобретаемые студентами при изучении дисциплины:

1. работать с современным контрольно–измерительным оборудованием общего назначения (осциллограф, генератор электрических сигналов, цифровой вольтметр и т.д.).
2. правильно оценивать амплитудно–временные и энергетические параметры электрических сигналов с первичных преобразователей физических величин;
3. определять требуемую чувствительность и коэффициент усиления измерительного тракта для данного типа первичного преобразователя и масштаба индикаторного устройства;
4. выполнять требуемое функциональное преобразование сигналов с первичных преобразователей посредством схемных решений на операционных усилителях;

5. решать задачу оптимального сопряжения биологического объекта и технических средств в биофизическом эксперименте;
6. формулировать задачи по разработке автоматизированных биотехнических систем.

2. Содержательная часть.

2.1 Тематическое содержание дисциплины.

Раздел 1. Введение в предмет, краткая историческая справка, принципы построения электронной медицинской аппаратуры с точки зрения теории биотехнических систем.

Организм человека. Основные виды болезней органов и тканей человеческого организма. Физические основы методов диагностики болезней органов и тканей человеческого организма.

Организм человека. Строение тела. Органы. Ткани. Нервная система. Органы кровообращения. Дыхательные органы. Органы пищеварительного тракта. Железы внутренней секреции. Опорно-двигательный аппарат. Органы мочеполовой системы. Репродуктивные органы. Мышечные ткани. Кожные покровы. Органы чувств. Иммунная система.

Основные виды болезней органов и тканей человеческого организма. Специфика заболеваний отдельных органов и тканей человека.

Физические основы методов диагностики болезней органов и тканей человеческого организма. Физические принципы оптико-термических методов диагностики и лечения. Физические принципы рентгенографических методов диагностики человека. Физические принципы электромагнитных методов лечения и диагностики человеческого организма.

Раздел 2. Оптико-термические и рентгенографические методы диагностики. Электромагнитные методы диагностики.

Оптико-термические методы диагностики. Спектрофотометрия. Томография. Оптоакустические методы. Пульсоксиметрия. Капнография. Масс-спектрометрия. Жидкостная хроматография биомолекул. Калориметрические методы диагностики. Рентгеноструктурный анализ. Флюорография. Рентгенография. Маммография.

Электромагнитные методы диагностики и лечения. Физиотерапия. Метод контроля потенциалов. Метод регистрации сопротивления. Энцефалография. Кардиография. Реография. Электромиография. Метод магнитного резонанса. Мониторинг дыхания и работы сердца. Комплексные микропроцессорные диагностические аппараты. Электронная тонометрия. УЗИ. Токи Фуко. Электронные зонды.

Раздел 3. Виды электрических сигналов и элементы электронных схем.

Виды электрических сигналов. Сигналы переменного тока, протекание переменного тока через емкости и индуктивности. Простейшие RC-фильтры, амплитудно-частотные характеристики RC-цепей первого порядка. Импульсные сигналы, их прохождение через RC-цепи первого порядка.

Полупроводниковые компоненты электронных схем. Диоды, вольтамперная характеристика диодов, классификация, обозначение на электронных схемах. Основные схемы с применением диодов: выпрямители, диодные ограничители.

Транзисторы. Семейства входных и выходных вольтамперных характеристик транзисторов, схемы включения. Полевые транзисторы, их вольтамперные характеристики и схемы включения.

Раздел 4. Принципы построения аналоговых электронных устройств.

Принципы построения электронных усилителей. Обратная связь в усилителях. Понятие об операционном усилителе: структура, основные параметры. Частотные свойства операционных усилителей. Построение аналоговых электронных схем с применением операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Сумматоры и дифференциальные усилители. Интеграторы и дифференциаторы на операционных усилителях. Активные фильтры. Генераторы сигналов на операционных усилителях. Функциональные преобразователи на основе операционных усилителей.

Раздел 5. Элементы и принципы построения цифровых электронных устройств

Понятие о цифровых устройствах. Введение в алгебру логики. Основные операции и законы алгебры логики. Комбинационные устройства и устройства с памятью. Принципы синтеза цифровых комбинационных устройств. Понятие о цифровых интегральных схемах. Интегральные схемы малой степени интеграции.

Цифровые электронные схемы с использованием памяти. Понятие о триггерах, основные виды триггеров. Электронные схемы с использованием триггеров, двоичные счетчики, счетчики с заданным коэффициентом пересчета. Понятие регистра, регистр сдвига, счетчик Джонсона. Параллельные и последовательные регистры, понятие шины ЭВМ.

Вопросы сопряжения цифровых и аналоговых устройств. Основные методы аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования. Параметры аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Методы сопряжения ЭВМ с периферийными устройствами. Протоколы обмена. Последовательный и параллельный интерфейс. Протокол RS-232. Протокол RS-485.

Раздел 6. Электронная медицинская аппаратура и техника медико–биологического эксперимента.

Устройства съема медико–биологической информации. Электроды. Введение в теорию электродов. Основные электрические характеристики электродов. Электроды для снятия биоэлектрических потенциалов. Усилители биопотенциалов, схемные решения и основные особенности, принципы построения малошумящих усилителей.

Измерительные преобразователи медицинской аппаратуры. Датчики температуры тела и среды. Датчики параметров системы дыхания. Датчики параметров сердечно–сосудистой системы. Погрешность устройств съема медико–биологической информации.

Измерительные преобразователи лабораторных анализаторов. Измерительные преобразователи для исследования физико–механических, оптических, электрических, тепловых свойств биологических жидкостей и газовых сред. Измерительные преобразователи ядерных излучений.

Устройства отображения и регистрации медицинской информации. Классификация, основные требования.

Электробезопасность электронно–медицинской аппаратуры. Основные технические решения, используемые при обеспечении гальванической развязки.

Аппаратура для регистрации электрокардиограмм, реограмм, электроэнцефалограмм, электромиограмм. Кардиостимуляторы и дефибрилляторы. Аппаратура для измерения давления крови прямыми и косвенными методами.

Аппаратурное оснащение отделений интенсивной терапии и реанимации. Мониторные системы. Индивидуальные носимые мониторы.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа студентов организуется в два этапа:

- 1) поиск, обработка и анализ информации по выбранной теме реферата;
- 2) написание и защита реферата;

Зачет осуществляется по реферативной защите.

4. На семинарских занятиях слушаются защиты рефератов и проводится их обсуждение.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС (28 часов)

Лекция 1: Введение в предмет. Краткая историческая справка.

Организм человека. Строение тела. Органы. Ткани. Нервная система. Органы кровообращения. Дыхательные органы. Органы пищеварительного тракта. Железы внутренней секреции. Опорно-двигательный аппарат. Органы мочеполовой системы. Репродуктивные органы. Мышечные ткани. Кожные покровы. Органы чувств. Иммунная система.

Основные виды болезней органов и тканей человеческого организма. Специфика заболеваний отдельных органов и тканей человека. (2 ч.)

Лекция 2: Физические основы методов диагностики болезней органов и тканей человеческого организма. Физические принципы оптико-термических методов диагностики и лечения. Физические принципы рентгенографических методов диагностики человека. Физические принципы электромагнитных методов лечения и диагностики человеческого организма. (2 ч.)

Лекция 3: Оптико-термические и рентгенографические методы диагностики. Оптико-термические методы диагностики. Спектрофотометрия. Томография. Оптоакустические методы. Пульсоксиметрия. Капнография. Масс-спектрометрия. Жидкостная хроматография биомолекул.

Калориметрические методы диагностики. Рентгеноструктурный анализ. Флюорография. Рентгенография. Маммография.

Лекция 4: Электромагнитные методы диагностики и лечения.

Физиотерапия. Метод контроля потенциалов. Метод регистрации сопротивления. Энцефалография. Кардиография. Реография. Электромиография. Метод магнитного резонанса. Мониторинг дыхания и работы сердца. Комплексные микропроцессорные диагностические аппараты. Электронная тонометрия. УЗИ. Токи Фуко.

Лекция 5: Классификация электронной медицинской аппаратуры.

Принципы построения ЭМА с позиций теории биотехнических систем.

Компоненты электронных схем. Резисторы, конденсаторы, индуктивности. Диоды, транзисторы, операционные усилители, логические интегральные схемы, БИС, микропроцессоры. Напряжение, ток, сопротивление. Частотно–зависимые компоненты и цепи переменного тока. Полное и реактивное сопротивление. (2 ч.)

Лекция 6: Полупроводниковые диоды.

Устройство полупроводникового диода. Классификация полупроводниковых диодов. Силовые выпрямительные диоды. Точечные (детекторные) диоды. Стабилитроны. Стабисторы. Варикапы. Вариконды. Управляемые вентили: динисторы, тринисторы, симмисторы. Диоды Ганна, Диоды Шоттке. Туннельные диоды. Основные схемотехнические решения с использованием свойств диода: выпрямление, детектирование, ограничение сигналов. Светоизлучающие диоды. Физические принципы излучения света диодом. (2 ч.)

Лекция 7: Транзисторы.

Классификация транзисторов. Биполярные транзисторы. Виды биполярных транзисторов. Биполярные транзисторы с изолированной базой. Полевые транзисторы. Виды полевых транзисторов.

Основные схемы включения. Схемы с общей базой. Схемы с общим эмиттером. Схемы с общим коллектором. Схемы с общим истоком. Схемы с общим стоком. Схемы с общим затвором. Общие сведения об усилителях электрических сигналов, их основных параметрах и характеристиках. Одиночный усилительный каскад с ОЭ, эмиттерный и истоковый повторители, дифференциальный усилитель. (2 ч.)

Лекция 8: Основные сведения об операционных усилителях.

Параметры операционных усилителей. Повторитель напряжения, неинвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель, усилитель с дифференциальным входом. Влияние отрицательной обратной связи на параметры ОУ. Схемы суммирования сигналов на ОУ. Частотные характеристики операционных усилителей. Интеграторы и дифференциаторы сигналов на ОУ. Активные фильтры, типы частотных характеристик, основные параметры. Функциональные преобразователи сигналов на ОУ. Логарифмические схемы, пиковые детекторы, устройства выборки–хранения, компараторы сигналов. Источники тока и напряжения на ОУ. Генераторы сигналов на ОУ: RC–генераторы синусоидальных сигналов, генераторы сигналов специальной формы, мультивибраторы.(2ч.)

Лекция 9: Прецизионные усилители и малошумящая аппаратура на ОУ. Усилители биопотенциалов. Основы цифровой техники. Прямая и обратная логика. Комбинационная логика, последовательные логические устройства. Применение двоичных логических элементов. Счетчики, регистры сдвига. Арифметические устройства, сумматоры, вычитатели, двоичные умножители. Сопряжение цифровых и аналоговых устройств. Основные методы аналого–цифрового и цифроаналогового преобразования. Параметры аналого–цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Методы сопряжения ЭВМ с периферийными устройствами. Понятие протокола обмена. Последовательный и

параллельный интерфейс. Протокол RS–232. Понятие о прерываниях. Протоколы обмена с прерываниями. (2 ч.)

Лекция 10: Устройства съема медико–биологической информации.
Электроды. Теория электродов и их основные электрические характеристики. Электроды для снятия биоэлектрических потенциалов. Датчики температуры тела и среды. Датчики параметров системы дыхания. Датчики параметров сердечно–сосудистой системы. Погрешность устройств съема медико–биологической информации. Устройства отображения и регистрации медицинской информации. Классификация, основные требования. (2 ч.)

Лекция 11: Источники вторичного электропитания электронной медицинской аппаратуры. Вопросы электробезопасности ЭМА. Основные технические решения, используемые при обеспечении гальванической развязки. (2 ч.)

Лекция 12: Регистрационная аппаратура. Аппаратура для регистрации электрокардиограмм, реограмм, электроэнцефалограмм, электромиограмм. Кардиостимуляторы и дефибрилляторы. (2 ч.)

Лекция 13: Контрольно-измерительная аппаратура. Аппаратура для измерения давления крови прямыми и косвенными методами. Аппаратурное оснащение отделений интенсивной терапии и реанимации. Мониторные системы. Индивидуальные носимые мониторы. (2 ч.)

Лекция 14: Аппаратурное оснащение лабораторных исследований.
Классификация лабораторных анализаторов.
Измерительные преобразователи лабораторных анализаторов.
Измерительные преобразователи для исследования физико–механических, оптических, электрических, тепловых свойств биологических жидкостей.
(2 ч.)

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ К ЗАЧЕТУ

1. Биологические сигналы. Способы регистрации. Обработка.
2. Пульсоксиметрия. Основы метода. Физические основы и аппаратная реализация.
3. Оптико-акустические методы диагностики. Области применения. Аппаратная реализация (два любых метода).
4. Микропроцессорные средства диагностики в медицине.
5. АЦП. Аналого-цифровые преобразователи в диагностической аппаратуре.
6. Физиотерапия. Современное состояние. Перспективы развития.
7. Альтернативные методы диагностики и лечения за последнее десятилетие.
8. Масс-спектрометрия. Области применения.
9. Диагностические датчики. Физические основы и принцип действия. Области применения.
10. Электронные зонды. Мобильные. Локальные. Радиозонды. Принципы действия. Области применения. Перспективы развития.
11. Магнитный резонанс в медицине. Физические основы. Области применения.
12. УЗИ. Принцип действия. Области применения. Аппаратная реализация.
13. Томография. Физические основы. Области применения. Аппаратная реализация.
14. Лазер. Области применения в медицине (диагностика и лечение).
15. Энцефалография. Физические принципы. Области применения. Аппаратная реализация.
16. Пьезокерамические излучатели. Принцип действия. Области применения.
17. Кардиостимуляторы и дефибрилляторы.
18. Реография, электроэнцефалография, электромиография.

19. Протоколы связи аппаратуры медицинского обследования и диагностики с ЭВМ. (RS-232, RS-485, RS-489, USB)

БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 1

1. Физические обоснования и методики регистрации биопотенциалов.
2. Понятия: метрологическая служба, метрологическое обеспечение, единство измерений, средство измерений, сферы ГМК и Н. Государственный реестр средств измерений. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 2

1. Электрокардиография и велоэлектрокардиография.
2. Ультразвуковая терапевтическая аппаратура, физические обоснования и методика проведения процедур ультразвуковой терапии.

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 3

1. Электроэнцефалография. Электромиография, электрогастрография.
2. Ультразвуковая диагностическая аппаратура, физические обоснования и методика ультразвуковой диагностики.

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 4

1. Приборы для регистрации биопотенциалов, общие сведения.
2. Эхографический метод (одномерный, двумерный метод).

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 6

1. Аппараты для местной гальванизации и лекарственного электрофореза.
2. Ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 7

1. Методы электродиагностики и электротерапии импульсными и переменными токами.
2. Метрологический контроль и надзор.

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 8

1. Аппараты для терапии динамическими токами, виды тока (графики: двухполупериодный непрерывный, однополупериодный непрерывный, однополупериодный ритмический, короткий период, длинный период, однополупериодный волновой короткий, двухполупериодный волновой короткий).
2. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 9

1. Аппараты для терапии модулированными синусоидальными токами (формы выходного тока).
2. Затухание ультразвука в биологических тканях.

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 11

1. Физическое обоснование и методика проведения процедур аппаратами для терапии низкочастотным магнитным полем.
2. Литотрипсия, прибор, принцип действия.

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 12

1. Индукторы и картина магнитного поля.
Перспективные направления, развитие ультразвуковых методов исследования (получение трехмерных изображений, контрастные вещества).

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 13

1. Физическое обоснование и методика проведения процедур аппаратами для терапии постоянным электрическим полем и аэроионами.
2. Поверка средств измерений. Виды поверки.

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 14

1. Физическое обоснование и методики проведения процедур аппаратами для терапии аэрозолями.
2. В.К.Рентген и открытие рентгеновских лучей.

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 15

Физические обоснования и методики проведения процедур высокочастотной терапии
Рентгеновский спектр рентгеновской трубки

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 16

Физические основы действия высокочастотных колебаний на ткани организма
Радиофизика, магнитно-резонансная томография

Специальность: Медицинская электроника

Курс 5

Факультет: инженерно-физический

Билет 17

Диатермия. Электрохирургия, дорсанвализация
Компьютерная томография

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 18

Индуктотерапия
Защита от излучения и доза облучения

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 19

УВЧ-терапия, распределения силовых линий электрического поля при УВЧ-терапии
Скорость ультразвука в биологических средах. Отражение и преломление

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 20

Физические характеристики биологических сред.
Ответственность за нарушение единства измерений, не соблюдение метрологических правил и норм

Специальность: Медицинская электроника
Курс 5
Факультет: инженерно-физический
Билет 21

Импульсная УВЧ-терапия, ДМВ и СМВ-терапия
Безопасность ультразвуковых диагностических исследований

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ринкк П. А. «Магнитный резонанс в медицине». – М.: ГЭОТАР-МЕД. 2003. – 256 с.
2. Гельфанд И. М., Розенфельд Б. И., Шифрин М. А. «Очерки о совместной работе математиков и врачей» - М.: Едиториал УРСС, 2005 г. – 320 с.

3. Шурыгин И. А. «Мониторинг дыхания в анестезиологии и интенсивной терапии». – СПб.: «Издательство «Диалект»». 2003 – 416 с.
4. Нолтинг Б. «Новейшие методы исследования биосистем». – М.: Техносфера. 2005. – 256 с.
5. Блюменфельд Л. А. «Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики2». – М.: Едиториал УРСС. 2002. – 160 с.
6. Блохина М. Е., Эссаулова И. А., Мансурова Г. В. «Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике». – М.: Дрофа, 2001. – 288 с.
7. Летохов В. С. и др. «Лазерная пикосекундная спектроскопия и фотохимия биомолекул». – М.: Наука, 1987. – 252 с.
8. Приезжаев А. В., Тучин В. В., Шубочкин Л. П. «Лазерная диагностика в биологии и медицине». – М.: Наука, 1989. – 240 с.
9. Александров М. Т., Федоров А. С., Баграмов Р. И. и др. «Применение лазеров в медицине». – М.: ЦНИИ «Электроника», 1987. – 267 с.
10. Жаров В. П., Летохов В. С. «Лазерная оптико-акустическая спектроскопия». – М.: Наука, 1984. – 346 с.
11. Девятков Н. Д., Беляев В. П., Гамалея Н. Ф. «Лазеры в клинической медицине». – М.: Медицина, 1981. – 328 с.
12. Улащик В. С. «Новые методы и методики физической терапии». – Минск : Беларусь, 1988. – 289 с.
13. Опадчий Ю. Ф., Глудкин О. П., Гуров А. И. «Аналоговая и цифровая электроника» - М.: «Горячая линия – Телеком», 2002. – 768 с.
14. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС. – М.: Мир, 1985. – 564 с.
15. Биотехнические системы. Теория и проектирование / Под ред. В.М.Ахутина. – Л.: Изд-во университета, 1981.
16. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 544 с.

- 17.Спектор С.А.. Электрические измерения физических величин. Методы измерений. Л: Энергоатомиздат, 1988 г.
- 18.Мейзда Ф Электронные измерительные приборы и методы измерений. М: Мир, 1990г.
- 19.Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 20.А. Дабровски, Б. Дабровски, Р. Пиотрович Суточное мониторирование ЭКГ. Пер. – М.: Медпрактика, 1998. – 208 с.
- 21.Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 3-х т. – М: Мир, 1995 г.
- 22.Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС. –М: Мир,1985 .
- 23.Херпи М. Аналоговые интегральные схемы. – М.: Радио и связь, 1983. – 416 с.
- 24.Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. Справочное пособие/С.В.Якубовский, Н.А.Барканов, Л.И.Ниссельсон, и др.; Под ред. С.В.Якубовского – М.: Радио и связь, 1985. – 432 с.
- 25.Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Сов. Радио, 1979. – 368 с.
- 26.Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л: Энергоатомиздат, 1988 г.
- 27.Токхейм Р. Основы цифровой электроники: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 392 с.
- 28.Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 29.Биотехнические системы. Теория и проектирование / Под ред. В.М.Ахутина. – Л.: Изд-во университета, 1981.
- 30.Андреев В.С., Попечителей Е.П. Лабораторные приборы для исследования жидких сред. – Л: Машиностроение,1981 г.
- 31.Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения / Под ред. Р.И.Утямышева. – М."Радио и связь", – 1981 г.
- 32.Жуковский В.Д. Медицинские электронные системы. –М.: Медицина, 1976. – 312 с.
- 33.Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ./ Под ред. У.Томпкинса, Дж.Уэбстера. – М: Мир, 1992. – 592 с.

34. Ливенсон А.Р. Электробезопасность медицинской техники. – М.: Медицина, 1981.
35. Катона Золтан. Электроника в медицине. – М.: Сов. радио, 1980.

Дополнительная литература

1. Янсен Й. Курс цифровой электроники: в 4-х т. Пер. с голланд. – М: Мир, 1987.
2. Баркер Ф. Компьютеры в аналитической химии. – М: Мир, 1987 г.
3. Спектор С.А.. Электрические измерения физических величин. Методы измерений. Л: Энергоатомиздат, 1988 г.
4. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений. М: Мир, 1990г.
5. Современные методы биофизических исследований. Под ред. А.Б.Рубина, М: Высшая школа, 1988г.
6. Микрокомпьютеры в физиологии: Пер. с англ./ Под ред. П.Фрейзера. – М.: Мир, 1990. – 383 с.
7. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 544 с.
8. Технические средства медицинской интроскопии/ Под ред. Б.И.Леонова. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
9. А. Дабровски, Б. Дабровски, Р. Пиотрович Суточное мониторирование ЭКГ. Пер. – М.: Медпрактика, 1998. – 208 с.
10. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Уч. Пособие /Л.И.Калакутский, Э.С.Манелис, Самарский гос. Аэрокосмический университет, Самара, 1999. –