

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д. А. Гаюровский  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Электротехника и электроника

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии  
Профиль подготовки: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
ПК-3	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принцип действия электронных компонентов;
- математические модели электронных компонентов, а также построение эквивалентных схем для различных режимов работы;
- особенности расчёта узлов электронных устройств.

Должен уметь:

- математически описывать физические процессы, происходящие в электронных устройствах;
- на основе анализа особенностей микроэлектронных приборов правильно выбирать элементную базу для построения аппаратуры;

Должен владеть:

- методами анализа и синтеза электронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов и микросхем в различных режимах и частотных диапазонах их применения.
- навыками работы с учебной и научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность совершенствоваться и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
- способность профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 40 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 63 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход.	4	2	0	2	0	0	0	4
2.	Тема 2. Полупроводниковые диоды.	4	2	0	2	0	4	0	4
3.	Тема 3. Биполярный транзистор.	4	2	0	2	0	4	0	4
4.	Тема 4. Формальная и физическая эквивалентные схемы биполярного транзистора. их параметры .	4	2	0	2	0	0	0	4
5.	Тема 5. Полевые транзисторы.	4	2	0	2	0	4	0	4
6.	Тема 6. Усилительные устройства. Общие вопросы.	4	2	0	2	0	4	0	4
7.	Тема 7. классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления.	4	2	0	2	0	0	0	4
8.	Тема 8. Дифференциальный усилитель. Усилитель мощности	4	2	0	2	0	0	0	4
9.	Тема 9. Отрицательные обратные связи в усилителях.	4	2	0	2	0	4	0	4
10.	Тема 10. Элементы микроэлектроники. Аналоговые устройства. Операционный усилитель	4	2	0	2	0	4	0	4
11.	Тема 11. Функциональные устройства на основе операционного усилителя	4	2	0	2	0	0	0	4
12.	Тема 12. Генерация электрических колебаний. Генераторы синусоидальных колебаний.	4	2	0	2	0	4	0	4
13.	Тема 13. Релаксационные генераторы	4	2	0	2	0	4	0	4
14.	Тема 14. Элементы микроэлектроники. Цифровые устройства.	4	2	0	2	0	0	0	4
15.	Тема 15. ТТЛ-логика. Функциональные устройства на основе ТТЛ-логики.	4	1	0	2	0	4	0	4
16.	Тема 16. Триггеры, Счетчики, регистры	4	1	0	2	0	0	0	1
17.	Тема 17. АЦП	4	1	0	2	0	4	0	1
18.	Тема 18. ЦАП	4	1	0	2	0	0	0	1
	Итого		32	0	36	0	40	0	63

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход.**

Вольт-амперная характеристика. Параметры электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющий контакт. Не выпрямляющий контакт. В собственном полупроводнике переход электронов из валентной зоны в зону проводимости возможен при достаточной величине энергии, которая подводится извне (например, при определенной величине напряженности электрического поля, силы света, энергии тепла и т.п.). На месте электронов, перешедших в зону проводимости, в валентной зоне образуются дырки. Электропроводность собственных полупроводников носит электронный характер, т.е. является электропроводностью n-типа. Это объясняется тем, что эффективная масса дырки больше эффективной массы электрона, в результате чего электроны подвижнее дырок. Вольт-амперная характеристика. Параметры электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющий контакт. Не выпрямляющий контакт.

### **Тема 2. Полупроводниковые диоды.**

Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение. Полупроводниковым диодом называют полупроводниковый прибор с одним p-n-переходом и двумя выводами, в котором используются свойства перехода.

Выпрямительный полупроводниковый диод – полупроводниковый диод, предназначенный для выпрямления переменного тока.

Полупроводниковый стабилитрон - полупроводниковый диод, напряжение на котором в области электрического пробоя слабо зависит от тока и который служит для стабилизации напряжения.

Туннельный диод - полупроводниковый диод на основе вырожденного полупроводника, в котором туннельный эффект приводит к появлению на вольт-амперных характеристиках при прямом напряжении участка с отрицательной дифференциальной электрической проводимостью.

### **Тема 3. Биполярный транзистор.**

Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и режимы работы. ВАХ биполярного транзистора. Биполярный транзистор - трёхэлектродный полупроводниковый прибор, один из типов транзисторов. В полупроводниковой структуре сформированы два p-n-перехода, перенос заряда через которые осуществляется носителями двух полярностей - электронами и дырками. Именно поэтому прибор получил название "биполярный" (от англ. bipolar), в отличие от полевого (униполярного) транзистора. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и режимы работы. ВАХ биполярного транзистора. Применение.

### **Тема 4. Формальная и физическая эквивалентные схемы биполярного транзистора. их параметры .**

h-параметры биполярного транзистора. Эквивалентная схема в h-параметрах. Частотные зависимости h-параметров. Полевой транзистор - это полупроводниковый полностью управляемый ключ, управляемый электрическим полем. Это главное отличие с точки зрения практики от биполярных транзисторов, которые управляются током. Электрическое поле создается напряжением, приложенным к затвору относительно истока. Полярность управляющего напряжения зависит от типа канала транзистора. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы. Применение.

Физическая П-образная гибридная эквивалентная схема Джиаклетто.

### **Тема 5. Полевые транзисторы.**

Полевой транзистор - это полупроводниковый полностью управляемый ключ, управляемый электрическим полем. Это главное отличие с точки зрения практики от биполярных транзисторов, которые управляются током. Электрическое поле создается напряжением, приложенным к затвору относительно истока. Полярность управляющего напряжения зависит от типа канала транзистора. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора.

МДП-транзисторы. Применение. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора.

МДП-транзисторы.

### **Тема 6. Усилительные устройства. Общие вопросы.**

УУ называется устройство, предназначенное для повышения (усиления) мощности входного сигнала. Усиление происходит с помощью активных элементов за счет потребления мощности от источника питания. В УУ входной сигнал лишь управляет передачей энергии источника питания в нагрузку.

В качестве активных элементов чаще всего применяются транзисторы, такие УУ принято называть полупроводниковыми, или транзисторными. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления.

### **Тема 7. классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления.**

А, В, С, D и промежуточный класс АВ.

Класс А - это режим работы усилительного элемента, при котором ток в выходной цепи протекает в течение всего периода входного сигнала. Преимуществом усилительного каскада класса А является то, что при нем возникают минимальные нелинейные искажения. Однако КПД каскада  $\eta = P_{\text{вых}}/P_0$  низкий - меньше 50%. С учетом этого класс А используется в основном в каскадах предварительного усиления.

Класс В - это режим работы усилительного элемента, при котором ток через него протекает в течение половины периода входного сигнала. Этот промежуток времени характеризуется углом отсечки  $\theta$  (выражается в градусах, радианах). При идеальном режиме класса В  $\theta = \pi/2$  и ток через усилительный элемент протекает в течение промежутка времени  $2\theta$ . Из-за нелинейности начальных участков ВАХ транзисторов форма выходного тока при малых значениях существенно отличается от формы тока, которая была бы при полностью линейной ВАХ транзистора. Класс В используют в двухтактных выходных каскадах в связи с повышенным КПД и при условии не критичности каскада к нелинейным искажениям.

Промежуточный класс АВ используют в режиме, когда угол отсечки  $\theta$  несколько больше  $\pi/2$ , что позволяет "отсечь" начальные нелинейности ВАХ при усилении входного сигнала и тем самым снизить нелинейные искажения в двухтактных выходных каскадах. Однако при этом несколько снижается КПД относительно класса В.

Класс С - это режим работы усилительного элемента, при котором ток через него протекает в течение промежутка времени, меньшего половины периода входного сигнала, т.е. при  $\theta < \pi/2$ . Ток покоя при этом равен нулю. Класс С используют в мощных резонансных усилителях, в которых нагрузкой является резонансный LC-контур, например, в радиолокационных станциях для увеличения дальности действия.

Класс D - это режим, при котором усилительный элемент находится только в двух состояниях: или полностью открыт и имеет малое электрическое сопротивление, или полностью закрыт и его электрическое сопротивление велико. Таким образом, класс D является ключевым режимом усилительного элемента, рассмотренном выше. Класс D обеспечивает максимальный КПД транзисторным усилительным каскадам. Классы усиления. Рабочая точка, ее задание.

### **Тема 8. Дифференциальный усилитель. Усилитель мощности**

Идеальный дифференциальный усилитель. Режим по постоянному току. Входное сопротивление для дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Дифференциальный усилитель (ДУ) относится к разряду усилителей постоянного тока (УПТ). УПТ служат для усиления медленно меняющихся сигналов или сигналов, значение которых после изменения остается сколь угодно долго. Нижняя рабочая частота усилителя  $f_n = 0$ , а верхняя определяется назначением усилителя и условиями его работы.

УПТ широко применяются в измерительных устройствах, в системах ав-

томатического регулирования, в различных стабилизаторах. Идеальный дифференциальный усилитель. Режим по постоянному току. Входное сопротивление для дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов.

### **Тема 9. Отрицательные обратные связи в усилителях.**

Общие положения. Определение. Положительные и отрицательные обратные связи. Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току. Влияние ООС на основные характеристики усилителя. Обратной связью в усилителях называют подачу части или всего выходного сигнала усилителя на его вход. На рис 1 изображена структурная схема усилителя с обратной связью. Общие положения. Определение. Положительные и отрицательные обратные связи. Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току. Влияние ООС на основные характеристики усилителя.

### **Тема 10. Элементы микроэлектроники. Аналоговые устройства. Операционный усилитель**

Основные характеристики операционных усилителей.

Внутренняя и внешняя коррекция. Устойчивость операционных усилителей с отрицательной обратной связью. Устойчивость усилителя на базе ОУ при емкостной нагрузке. Понятие аналоговой микросхемы. Технология изготовления аналоговых микросхем. Назначение аналоговых микросхем, их особенности.

### **Тема 11. Функциональные устройства на основе операционного усилителя**

Интегратор. Дифференциатор. Сумматоры и вычитатели. На основе ОУ строят функциональные узлы для выполнения различных математических операций (рис. 5.4): повторитель (а), выходной сигнал которого практически равен входному, интегратор (б), выходной сигнал которого пропорционален интегралу по времени от его входного сигнала, дифференциатор (в), выходной сигнал которого пропорционален производной от его входного сигнала, избирательный усилитель (г), усиливающий входной сигнал в узкой полосе частот, сумматор (д), выходное напряжение которого равно инвертированной сумме входных напряжений, и др. Интегратор. Дифференциатор. Сумматоры и вычитатели. Компараторы.

### **Тема 12. Генерация электрических колебаний. Генераторы синусоидальных колебаний.**

Основные определения. Понятие автоколебательной системы, условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC-генераторы и LC-генераторы. процесс преобразования различных видов электрической энергии в энергию электрических (электромагнитных) колебаний. Термин "Г. э. к." применяется обычно к колебаниям в диапазоне радиочастот, возбуждаемым в устройствах (системах) с сосредоточенными параметрами (ёмкостью  $C$ , индуктивностью  $L$ , сопротивлением  $R$ ), где электрические и магнитные поля пространственно разделены. При переходе к более высоким частотам (СВЧ и оптический диапазон) для возбуждения колебаний необходимы системы с распределёнными параметрами. В этом случае говорят об электромагнитных колебаниях. Термин "Г. э. к.", как правило, не применяется, когда речь идет о получении переменных токов промышленных частот, получаемых с помощью электрических машин (см. Генератор электромашинный, Переменного тока генератор).

Г. э. к. осуществляется обычно либо путём преобразования энергии источников постоянного напряжения при помощи электронных приборов (вакуумных, газоразрядных и твердотельных), либо путём преобразования первичных электрических колебаний в колебания требуемой частоты и формы (параметрический генератор, квантовый генератор). Основные определения. Понятие автоколебательной системы, условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC-генераторы и LC-генераторы.

### Тема 13. Релаксационные генераторы

Принцип работы релаксационного генератора основан на поведении физической системы, возвращающейся к равновесию после того, как оно нарушится. То есть, динамическая система в виде генератора, непрерывно рассеивает свою внутреннюю энергию. Обычно система возвращается к своему естественному равновесию, однако, каждый раз, когда она достигает некоторого порога, находящегося достаточно близко к равновесному состоянию, механизм работы сообщает ей дополнительную энергию. Таким образом, поведение генератора характеризуется длительными периодами рассеивания энергии, со следующими за ними короткими импульсами. Период колебаний зависит от времени, который необходим системе, что бы успокоится после нахождения в возмущённом состоянии до порога, при котором произойдёт следующее возмущение. Генераторы релаксационного типа: мультивибратор, блокинг-генератор, ГЛИН. Генераторы релаксационного типа: мультивибратор, блокинг-генератор, ГЛИН.

### Тема 14. Элементы микроэлектроники. Цифровые устройства.

Классы интегральных микросхем. Связь производительности, экономичности и помехоустойчивости с технологией и схемой прибора. Технологические основы микро-электроники. Подготовительные операции. Эпитаксия. Термическое окисление. Легирование. Травление. Техника масок. Нанесение тонких пленок. Металлизация. Сборочные операции. Технология тонкопленочных гибридных интегральных схем. Технология толстопленочных гибридных интегральных схем. Изоляция элементов. Интегральные диоды. Полупроводниковые резисторы. Полупроводниковые конденсаторы. Элементы пленочных интегральных схем.

### Тема 15. ТТЛ-логика. Функциональные устройства на основе ТТЛ-логики.

ТТЛ микросхема как многоходовая переключательная схема. Напряжение питания, логические уровни. Быстродействие микросхем ТТЛ. Совместимость микросхем ТТЛ. Выходной импеданс. Нагрузочная способность. Базовый элемент 2И-НЕ. Входной каскад - многоэмиттерный транзистор. Максимальное количество эмиттеров. Фазоразделительный каскад, функция. Каскадный выходной каскад. Базовая схема. Индикаторная микросхема, управление внешней нагрузкой. Параллельное включение по выходу. Монтажные логические функции. Проводное ИЛИ. Трех-стабильный буфер или шинный преобразователь. Реализация третьего состояния.

### Тема 16. Триггеры, Счетчики, регистры

RS-триггеры, D-триггеры, JK-триггеры. Двоичный счетчик. Двоично-десятичный счетчик. Счетчики с разным коэффициентом пересчета. Сдвиговые регистры. Триггер - это устройство с двумя устойчивыми состояниями равновесия, предназначенные для записи и хранения информации. Триггер способен хранить 1 бит данных.

Условное обозначение триггера имеет вид прямоугольника, внутри которого пишется буква Т. Слева к изображению прямоугольника подводятся входные сигналы. Обозначения входов сигнала пишутся на дополнительном поле в левой части прямоугольника.

Входы, как и сигналы, подаваемые на них, делятся на : информационные и вспомогательные. Информационные сигналы через соответствующие входы управляют состоянием триггера. Сигналы на вспомогательных входах служат для предварительной установки триггера в заданное состояние и для его синхронизации.

Входы и выходы принято обозначать латинскими буквами S, R, P, Q, J и другие...

В цифровой технике приняты следующие обозначения входов и выходов триггеров:

C - вход синхронизации, тактовый вход

D - информационный вход (на него подается информация, предназначенная для занесения в триггер)

R - сброс или очистка, отдельный вход для установки в нулевое состояние (установление напряжения низкого уровня на прямом входе Q)

S - установка или предварительная установка, отдельный вход для установки в единичное состояние (напряжение высокого уровня на прямом выходе Q)

T - счетный вход

Q,  $\bar{Q}$  - прямой и инверсный входы

По способу приема информации триггеры подразделяются на асинхронные (не тактируемые) и синхронные (тактируемые). Асинхронные триггеры реагируют на информационные сигналы в момент их появления на входах триггера. Синхронные триггеры реагируют на информационные сигналы при наличии разрешающего сигнала на входе С.

Тактируемые триггеры могут быть с потенциальным или динамическим управлением. У первых информация записывается в течении времени, при котором уровень сигнала высокий ( $C=1$ ). В триггерах с динамическим управлением информация записывается только в течении перепада напряжения на входе синхронизации. Динамические входы изображают на схеме, как правило, треугольником. Если вершина треугольника обращена в сторону микросхемы, то триггер срабатывает по фронту входного сигнала, если вершина треугольника обращена от микросхемы то триггер срабатывает по срезу импульса. Динамические входы могут обозначаться дополнительной косой чертой в месте соединения линии входа с графическим изображением триггера. При этом черта / обозначает что триггер срабатывает по перепаду 0/1 и \ если перепад 1/0.

Выводы микросхемы изображаются справа на графическом изображении Q прямой выход и Q- (черта над знаком)инверсный .

Асинхронный RS- триггер имеет два информационных входа, вход S для установки 1, вход R для установки 0 и два выхода: прямой и инверсный. Состояние триггера характеризуется сигналом на выход Q и определяется комбинацией сигналов на входе триггера. Так для установки триггера в состояние 1 необходимо на его входы подать такое сочетание сигналов, при котором на прямом выходе Q будет высокий логический уровень, то есть  $Q=1$  и  $Q=0$ . Асинхронный RS-триггер , как правило строится на 2-х логических элементах ИЛИ-НЕ.

Синхронный RS - триггер отличается от асинхронного наличием С-выхода для синхронизации и строится из асинхронного RS- триггера и двух лог. элементов на его входе. При отсутствии высокого уровня на входе С,  $C=0$  состояние триггера не зависит от наличия сигналов на его выходах, и он находится в режиме хранения информации. При  $C=1$  входные логические элементы открыты для приема информационных сигналов.

D - триггер - триггер задержки имеет один информационный вход D и вход для синхронизации. Основное назначение - задержка сигнала поданного на вход.

#### Тема 17. АЦП

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) являются устройствами, которые принимают входные аналоговые сигналы и генерируют соответствующие им цифровые сигналы, пригодные для обработки микропроцессорами и другими цифровыми устройствами.

Принципиально не исключена возможность непосредственного преобразования различных физических величин в цифровую форму, однако эту задачу удается решить лишь в редких случаях из-за сложности таких преобразователей. Поэтому в настоящее время наиболее рациональным признается способ преобразования различных по физической природе величин сначала в функционально связанные с ними электрические, а затем уже с помощью преобразователей напряжение-код - в цифровые. Именно эти преобразователи имеют обычно в виду, когда говорят об АЦП.

Процедура аналого-цифрового преобразования непрерывных сигналов, которую реализуют с помощью АЦП, представляет собой преобразование непрерывной функции времени  $U(t)$ , описывающей исходный сигнал, в последовательность чисел  $\{U'(t_j)\}$ ,  $j=0,1,2,..$ , отнесенных к некоторым фиксированным моментам времени. Эту процедуру можно разделить на две самостоятельные операции. Первая из них называется дискретизацией и состоит в преобразовании непрерывной функции времени  $U(t)$  в непрерывную последовательность  $\{U(t_j)\}$ . Вторая называется квантованием и состоит в преобразовании непрерывной последовательности в дискретную  $\{U'(t_j)\}$ . Классификация по методам преобразования АЦП, выпускаемых в виде интегральных микросхем (ИМС). Сигма-дельта АЦП. АЦП последовательного приближения. АЦП поразрядного уравнивания. Параллельные АЦП. Устройство выборки и хранения. Упрощенная структура. Параметры и характеристики. Включение.

#### Тема 18. ЦАП

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) - это устройство для преобразования цифрового кода в аналоговый сигнал по величине, пропорциональной значению кода. ЦАП с суммированием напряжений. ЦАП с делением напряжений. ЦАП с суммированием токов. Матрица R-2R. Статические параметры и динамические характеристики ЦАП. Погрешности преобразования.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:



Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>

Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>

ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>

ЭБС КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru/>

ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Цель лекции: организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. Важным критерием в работе с лекционным материалом является подготовка студентов к сознательному восприятию преподаваемого материала. При подготовке студента к лекции необходимо, накануне лекции просматривание записей предыдущей лекции для восстановления в памяти ранее изученного материала; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбор литературы. Внимательно слушающий студент напряженно работает - анализирует излагаемый материал, выделяет главное, обобщает с ранее полученной информацией и кратко записывает. Конспект лекции позволяет ему обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем он смог восстановить в памяти основные, содержательные моменты. В конспекте лекции обязательно записываются название темы лекции, основные вопросы плана, рекомендованная литература. Текст лекции должен быть разделен в соответствии с планом. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п., с тем чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к семинарам, практическим занятиям, зачету для дальнейшего изучения тем.</p>
практические занятия	<p>Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме, а практические занятия направлены на расширение и детализацию этих знаний, на выработку и закрепление навыков профессиональной деятельности. Главная цель практических занятий - обеспечить студентам возможность овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой отрасли. На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики. В процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>1. Изучение теоретической части, работа с литературой. К изучению теоретической части необходимо приступать после индивидуальной беседы с преподавателем. Преподаватель указывает положения теории, на которые надо обратить повышенное внимание. В ряде случаев (в зависимости от подготовки обучающегося) преподаватель может порекомендовать к изучению разделы смежных тем.</p> <p>2. Знакомство с радиоизмерительными приборами. Знакомство с радиоизмерительными приборами следует начинать с плана работы, который должен содержать следующие минимальные позиции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Назначение</li> <li>- Основные технические характеристики</li> <li>- Принцип действия по блок-схеме</li> <li>- Работа с прибором.</li> </ul> <p>Перед тем как приступить к изучению прибора, следует проконсультироваться с преподавателем, который укажет на индивидуальные особенности прибора, что поможет сэкономить время и силы. Изучение технического описания прибора лучше проводить, находясь непосредственно перед изучаемым прибором. После консультаций с инженером лаборатории, включить изучаемый прибор и внимательно проследить за его реакцией на манипуляции с каждым из органов управления. Следуя указанной методике изучить весь комплект радиоизмерительных приборов к данной лабораторной работе.</p> <p>3. Проведение измерений. После знакомства с комплектом измерительных приборов, внимательно прочитать в методическом пособии весь раздел с указаниями по проведению измерений. Строго следуя этим указаниям, по пунктам, произвести измерения и занести полученные результаты в соответствующие таблицы рабочей тетради. Оценить реальность полученных результатов (правильность считывания показаний).</p> <p>4. Обработка экспериментальных данных. А) При обработке экспериментальных данных с помощью компьютера можно воспользоваться пакетами 'MathCad', 'MatLab' или 'Origin'. Массив данных, введенный для построения графика, следует усреднить, используя фитинг. Б) При обработке экспериментальных данных вручную для построения графиков следует воспользоваться миллиметровой бумагой. Массив дискретных точек на графике необходимо подвергнуть графическому усреднению.</p> <p>5. Анализ полученных результатов. Окончив обработку данных, необходимо провести анализ полученных результатов. Анализ заключается в соотношении их качественным и количественным теоретическим оценкам и определении элементарных абсолютных и приведенных погрешностей, которые должны находиться в пределах 10%. При обнаружении несоответствия полученных результатов выводам теории, повторить измерения и найти допущенную ошибку.</p> <p>6. Оформление отчета. А) При оформлении отчета по лабораторной работе с помощью компьютера необходимо придерживаться рекомендаций к оформлению отчетов по научно-исследовательской работе. Отчет должен включать титульный лист с указанием</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Организации, в которой выполнялась лабораторная работа</li> <li>- Названия лабораторной работы</li> <li>- Фамилии и номера группы исполнителя</li> <li>- Фамилии преподавателя.</li> </ul> <p>Далее следует изложение конечных результатов в виде графиков и, при необходимости, таблиц. Весь материал должен быть расположен строго по пунктам задания. Каждый график должен иметь номер и подпись к рисунку. Каждый раздел должен заканчиваться очень кратким выводом. В конце отчета необходимо поместить раздел 'Заключение' с общим выводом по всем результатам работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы - закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы: изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку комплекта лекций и учебной литературы; поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным работам; подготовка к зачету (экзамену).</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Экзамен - форма итогового контроля. Цель экзамена - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Экзамен проводится путем собеседования в соответствии с разработанными билетами. В каждый билет входит два-три теоретических вопроса из различных разделов программы. Для подготовки к экзамену на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к экзамену обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение. Положительным моментом является ассоциативное переложение теоретического знания на конкретную ситуацию. Важным является выявление взаимосвязи знания с будущей практической деятельностью. При оценке теоретических знаний учитывается участие обучающихся в работе на семинарских занятиях. Преподаватель, принимающий экзамен, может задавать дополнительные вопросы, ставить практические задачи.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.16 Электротехника и электроника

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 1. Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 574 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/11305. - ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222079> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Арсеньев, Г. Н. Основы теории цепей: Учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А. Чепурнов; Под ред. Г.Н. Арсеньева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. - 448 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0466-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002616> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.
3. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для вузов / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 176 с. - ISBN 978-5-8114-7262-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156932> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника : учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. - 480 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-450-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987378> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Анисимова, М. С. Электротехника и электроника : учебное пособие / М. С. Анисимова, И. С. Попова. - Москва : МИСИС, 2019. - 135 с. - ISBN 978-5-907061-32-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/116939> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Основы теоретической электротехники : учебное пособие / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Е. Б. Соловьева [и др.]. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-0781-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167733> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Славинский, А. К. Электротехника с основами электроники : учебное пособие / А. К. Славинский, И. С. Туревский. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. - 448 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0747-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150305> (дата обращения: 17.07.2021). - Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинское оборудование: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.