

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
Иванов А.Г.  
«29» 05 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.01.02 СХЕМОТЕХНИКА

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Системный анализ, исследование операций и управление:  
математическое и информационное обеспечение экономической  
деятельности

Программа подготовки \_\_\_\_\_ академическая

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «СХЕМОТЕХНИКА» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 228 от 12 марта 2015 г.

Программу составил:

Сыромятников П.В., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры математического моделирования КубГУ

Рабочая программа дисциплины «Схемотехника» утверждена на заседании кафедры математического моделирования  
протокол № 8 «10» апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования акад. РАН,  
д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.

Рабочая программа дисциплины «Схемотехника» утверждена на заседании кафедры прикладной математики  
протокол № 10 «07» апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики д-р физ.-мат. наук,  
проф. Урtenов М.Х.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
компьютерных технологий и прикладной математики  
протокол № 5 «29» апреля 2015 г.

Председатель УМК факультета  
канд. физ.-мат. наук, доцент Малыхин К.В.

Рецензенты:

Лозовой В.В., канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Южного научного центра РАН

Кособуцкая Е.В., канд физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры вычислительных технологий КубГУ

### 1.1 Цели и задачи освоения дисциплины

Данная дисциплина ставит своей целью изучение физических и теоретических основ схемотехники. Цели дисциплины соответствуют формируемым компетенциям ОПК-1, ПК-3.

Основные задачи дисциплины: изучение физических и теоретических основ схемотехники, методов анализа электрических и радиотехнических цепей и сигналов, элементной базы и различных видов современных радиоэлектронных устройств и цифровых устройств. В курсе схемотехника рассматриваются аналоговые и цифровые устройства, методы анализа аналоговых и дискретных сигналов, аналоговые и цифровые систем в их логической и идейной связи, с учетом специфики дискретных систем сигналов.

### 1.2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Схемотехника» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана подготовки бакалавра.

Данный курс наиболее тесно связан с курсом физики и уравнений математической физики.

Необходимым требованием к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося при освоении данной дисциплины, приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин является знание основных разделов физики.

### 1.3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Программа определяет общий объем знаний, позволяющий сформировать у студента целостное представление об основах схемотехники, обеспечивающих широкий спектр их применений. Вместе с тем, изложение ряда разделов курса неизбежно имеет, в основном, информационный характер.

Процесс освоения дисциплины «Схемотехника» направлен на получения необходимого объема знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное ведение бакалавром проектной и производственно-технологической деятельности, а также на выработку умений применять на практике методы схемотехники.

После изучения дисциплины студенты должны обладать следующими компетенциями:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                               | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                     | знать                                                                                                                                                                                                                                                                                                | уметь                                                                                                                                                                                                            | владеть                                                                                                                                                        |
| 1.     | ОПК-1              | способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой | физические и теоретические основы схемотехники; способы использования современных методов схемотехники для решения научных и практических задач; принципы выбора методов и средств решения поставленных задач; достоинства и недостатки различных методов на уровне, достаточном для использования в | использовать аппаратное и программное обеспечение для решения конкретных задач; организовывать процессы поиска информации на основе ИТ-технологий; использовать базы данных и знаний и тематические информацион- | навыками анализа, сопоставления и обобщения результатов теоретических и практических исследований в предметной области; навыками сбора и обработки информации. |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                           |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                         | знать                                                                                                                                                                                   | уметь                                                                                                     | владеть                                                                                   |
|        |                    |                                                                                                                                         | практической деятельности                                                                                                                                                               | ные ресурсы; использовать электронные тематические ресурсы для углубления знаний по изучаемой дисциплине. |                                                                                           |
| 2.     | ПК-3               | Способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | принципы выбора методов и средств решения поставленных задач; способы и средства получения, переработки и представления информации с помощью информационно-коммуникационных технологий. | использовать электронные тематические ресурсы для углубления знаний по изучаемой дисциплине.              | навыками сбора и обработки информации по предметной области с помощью электронных систем. |

## 2. Содержание и структура дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа (из них 56 аудиторных). Курс «Схемотехника» состоит из лекционных и практических занятий, сопровождаемых регулярной индивидуальной работой преподавателя со студентами в процессе самостоятельной работы. В конце семестра проводится зачет. Программой дисциплины предусмотрены 36 часов лекционных и 18 часов практических занятий.

| Вид учебной работы                                         | Всего часов | Семестр (часы) |
|------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|                                                            |             | 5              |
| <b>Контактная работа (всего)</b>                           | <b>56,2</b> | <b>56,2</b>    |
| В том числе:                                               |             |                |
| Занятия лекционного типа                                   | 36          | 36             |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 18          | 18             |
| Лабораторные занятия                                       | —           | —              |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |             |                |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | 2           | 2              |
| Промежуточная аттестация (ИКА)                             | 0,2         | 0,2            |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                      | <b>15,8</b> | <b>15,8</b>    |

| Вид учебной работы                             |                               | Всего часов | Семестр (часы) |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------|
|                                                |                               |             | 5              |
| В том числе:                                   |                               |             |                |
| Курсовая работа                                |                               | –           | –              |
| Проработка учебного (теоретического) материала |                               | 10          | 10             |
| Подготовка к текущему контролю                 |                               | 5,8         | 5,8            |
| Контроль: зачет                                |                               |             |                |
| Общая трудоемкость                             | час.                          | 72          | 72             |
|                                                | в том числе контактная работа | 56,2        | 56,2           |
|                                                | зач. ед                       | 2           | 2              |

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела                             | Наименование разделов                                                                     | Количество часов |                   |           |                      |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
|                                       |                                                                                           | Всего            | Аудиторная работа |           | Внеаудиторная работа |
|                                       |                                                                                           |                  | Л                 | Пр        |                      |
| 1                                     | 2                                                                                         | 3                | 4                 | 5         | 6                    |
| 1                                     | Введение в схемотехнику                                                                   | 4                | 2                 | 2         | –                    |
| 2                                     | Физические основы схемотехники                                                            | 8                | 4                 | –         | 2                    |
| 3                                     | Постоянный и переменный ток и методы расчета электрических цепей в установившемся режиме. | 14               | 8                 | 2         | 4                    |
| 4                                     | Теоретические основы схемотехники.                                                        | 16               | 10                | 2         | 4                    |
| 5                                     | Радиоэлектронные устройства и схемы.                                                      | 26               | 10                | 12        | 4                    |
| 6                                     | Обзор пройденного материала и прием зачета                                                | 3,8              | 2                 | –         | 1,8                  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) |                                                                                           | 2                | –                 | –         | –                    |
| Промежуточная аттестация (ИКР)        |                                                                                           | 0,2              | –                 | –         | –                    |
| <b>Итого:</b>                         |                                                                                           | <b>72</b>        | <b>36</b>         | <b>18</b> | <b>15,8</b>          |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Описание разделов дисциплины

| № раздела | Наименование раздела                                                                      | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Форма текущего контроля                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                           |
| 1         | Введение в схемотехнику                                                                   | Содержание, цели и задачи дисциплины «Схемотехника». Краткий обзор истории электротехники и радиотехники, тенденции и перспективы их развития.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Опрос по результатам самостоятельной работы                                 |
| 2         | Физические основы схемотехники                                                            | Основные понятия и определения физических величин.<br>Электрическое и магнитное поля как две стороны электромагнитного поля. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи. Границы применимости понятий об элементах электрических цепей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Опрос по результатам самостоятельной работы и выполнения практических работ |
| 3         | Постоянный и переменный ток и методы расчета электрических цепей в установившемся режиме. | Основные законы электрических цепей.<br>Методы анализа и расчета электрических цепей на постоянном токе.<br>Переменный электрический ток и его основные характеристики. Понятие об переходном и установившемся процессе в электрической цепи под действием периодического тока и напряжения.<br>Анализ гармонических цепей в установившемся режиме при прохождении гармонического тока.<br>Символический метод расчета линейных электрических цепей. Методы повышения коэффициента полезного действия линии электропередачи.<br>Резонанс и резонансные явления в линейных электрических цепях, содержащие емкости и индуктивности. Практическое применение явления резонанса.<br>Понятие о цепях с распределенными параметрами. | Опрос по результатам самостоятельной работы                                 |
| 4         | Теоретические основы схемотехники                                                         | Понятие сигнала вообще и электрического сигнала в частности. Принципы разделения сигналов на полезные, помехи и шумы.<br>Преобразование сигналов.<br>Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ периодических сигналов. Физически реализуемые сигналы и их свойства в спектральной области. Применение сигнала такого типа в сейсморазведке. Понятие информации и количества информации.<br>Статистический подход к анализу сигналов и шумов. Спектральный подход к анализу преобразования сигналов линейными                                                                                                                                                                                                                 | Опрос по результатам индивидуального задания                                |

|   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                    |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|   |                                      | электрическими цепями. линейных электрических систем. Линейные пассивные электрические системы в качестве фильтров.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                    |
| 5 | Радиоэлектронные устройства и схемы. | Нелинейные элементы радиоэлектронных устройств, их роль и значение в радиотехнических системах. Пассивные и активные элементы радиотехнических устройств. Шумы как фундаментальные параметры активных и пассивных элементов. Основы расчета активных цепей. Понятие об обратных связях в радиоэлектронных устройствах, их роль и значение в простых и сложных радиотехнических схемах. Понятие о самовозбуждении усилительных устройств, охваченных положительной обратной связью. Микроминиатюризация и микроэлектроника, основные достижения, возможности и перспективы развития. | Опрос по результатам выполнения практических работ |
| 7 | Сдача зачета.                        | Обзор пройденного материала.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Зачет                                              |

### 2.3.2 Практические занятия

| № работы | № раздела дисциплины | Наименование практических занятий                                                                                                                                                          |
|----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 3                    | Изучение частотно-фазовых характеристик последовательного и параллельного RLC – контура.                                                                                                   |
| 2        | 4                    | Изучение частотных и фазовых характеристик одно-, двух- и трехзвенных RC – цепи интегрирующего и дифференцирующего типа.                                                                   |
| 3        | 4                    | Изучение частотно-фазовых характеристик RC – моста Вина.                                                                                                                                   |
| 4        | 5                    | Усилитель на полевом транзисторе; изучение коэффициента усиления, частотных характеристик ; влияние режима усилителя на постоянном токе на коэффициент усиления и нелинейные искажения.    |
| 5        | 5                    | Усилитель на биполярном транзисторе; изучение коэффициента усиления, частотных характеристик ; влияние режима усилителя на постоянном токе на коэффициент усиления и нелинейные искажения. |
| 6        | 5                    | Изучение генератора квазисинусоидальных и разрывных колебаний на базе операционного усилителя, охваченного обратной связью.                                                                |
| 7        | 5                    | Изучение работы операционного усилителя в режиме сумматора, интегратора, дифференциатора.                                                                                                  |
| 8        | 5                    | Изучение работы мультивибратора с емкостными связями на базе двухкаскадного усилителя переменного тока; мультивибратор на базе логических схем «И-НЕ».                                     |
| 9        | 5                    | Ознакомление с цифроаналоговыми и аналого-цифровыми преобразователями непрерывных сигналов в дискретные и обратно.                                                                         |

### 2.3.3 Лекционные занятия

**Раздел 1.** Краткий обзор истории электротехники и радиотехники, тенденции и перспективы их развития. Современные направления развития схемотехники. Модульность, микроэлектроника, микропроцессорная техника (2 ч).

**Раздел 2.** Заряд, напряженность поля, разность потенциалов, электрическое напряжение и электродвижущая сила, постоянный и переменный ток. Ток проводимости, смещения и переноса. Электрическое и магнитное поля как две стороны электромагнитного поля (2 ч). Электрические двухполюсники и многополюсники. Электрические и магнитные цепи их элементы – сопротивление, емкость, индуктивность. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи. Цепи с сосредоточенными параметрами. Границы применимости понятий об элементах электрических цепей (2 ч).

**Раздел 3.** Непрерывность электрического тока; связь между напряжением и током в основных элементах электрической цепи; источники электродвижущей силы и источники тока; внутреннее сопротивление источников энергии; идеальный генератор напряжения и тока; законы Кирхгофа для электрических цепей. Методы анализа и расчета электрических цепей на постоянном токе – метод Кирхгофа, метод наложения, метод контурных токов и узловых напряжений. Переменный электрический ток и его основные характеристики – мгновенное, среднее действующее значения. Периодические переменный ток и напряжение и их основные характеристики. Понятие об переходном и установившемся процессе в электрической цепи под действием периодического тока и напряжения. Гармонический (синусоидальный) ток и напряжение как частный случай периодического тока. Амплитуда, фаза, эффективное и среднее значение гармонического тока и напряжения. Комплексный гармонический ток и напряжение; комплексное сопротивление емкости, индуктивности (2 ч).

Анализ гармонических цепей в установившемся режиме при прохождении гармонического тока. Символический метод расчета линейных электрических, его возможности и ограничения. Действительная и мнимая часть, модуль и фаза комплексного сопротивления. Входное сопротивление электрического двухполюсника. Сдвиг фаз между током и напряжением в элементах электрической цепи. Активная, реактивная и полная мощность электрического тока. Коэффициент полезного действия передачи электрической энергии при наличии реактивных элементов в цепи источника энергии, линии передачи и нагрузки. Методы повышения коэффициента полезного действия линии электропередачи (2 ч).

Резонанс и резонансные явления в линейных электрических цепях, содержащие емкости и индуктивности. Резонансные явления в последовательном и параллельном RLC-контурах – резонанс токов и напряжений; резонансная кривая, резонансная частота. Практическое применение явления резонанса в электротехнике для целей фильтрации, подавления помех, преобразования генераторов напряжения в генераторы тока. Резонанс в электрических цепях сложной конфигурации, комплексная проводимость и входное сопротивление электрического двухполюсника при резонансе. Резонанс в индуктивно связанных контурах; энергетические процессы в цепи при резонансе (на примере последовательной RLC – и параллельной RLRC – цепи) (2 ч).

Понятие о цепях с распределенными параметрами; принципиальные различия цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами. Длинная линия как пример цепи с распределенными параметрами; основные характеристики длинной линии – входное и выходное сопротивления при различных видах нагрузки. Узлы и пучности тока и напряжения. Длинная линия как элемент канала связи, использование длинных линий при измерении электрических и неэлектрических величин на высоких и низких частотах (2 ч).

**Раздел 4.** Понятие сигнала вообще и электрического сигнала в частности. Принципы разделения сигналов на полезные, помехи и шумы. Основные элементы системы «Источник сигнала – потребитель». Преобразование сигналов. Понятие оператора и функционала сигнала. Линейные преобразования, их свойства, общий вид линейных преобразований. Нелинейные преобразования. Модуляция и демодуляция как примеры нелинейных преобразований. Понятие перекрестных помех. Идея представления сигналов произвольной



формы в виде суммы сигналов известной формы. Разложение сигналов по ортогональным функциям.

Понятие спектра сигнала по данному разложению. Спектральный анализ периодических сигналов. Свойства спектров периодических сигналов. Связь между коэффициентами ряда Фурье и мощностью периодического сигнала. Асимптотика коэффициентов Фурье. Спектры некоторых периодических сигналов (2 ч).

Спектральный анализ непериодических сигналов. Основные теоремы о спектрах и их применение при вычислении спектров сложных сигналов. Гладкость функции и скорость убывания модуля спектра. Обратное преобразование Фурье. Различные виды пары Фурье-преобразований. Использование теорий функций комплексного переменного для нахождения сигнала по его спектру. Лемма Жордана. Выбор пути интегрирования. Физически реализуемые сигналы и их свойства в спектральной области. Связь между модулем спектра и его фазой, между действительной и мнимой частями. Минимально-фазовые сигналы. Теорема Винера-Пали. Спектры амплитудно- и частотно-модулированных сигналов. Спектр радиоимпульса с прямоугольной огибающей и частотно-модулированным заполнением. Идея получения сигналов большой длительности и широкого спектра. Автокорреляционная функция и связь ее спектра со спектром исходного сигнала. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова – Шеннона – теорема отсчетов. Использование теоремы отсчетов для определения спектров численными методами (2 ч).

Понятие информации и количества информации. Идея временного и частотного разделения сигналов при передаче по одному каналу связи. Предельная пропускная способность канала.

Статистический подход к анализу сигналов и шумов. Способы описания случайных сигналов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Гипотеза эргодичности. Автокорреляционные и взаимокорреляционные функции случайных процессов. Мощность случайного процесса, понятие спектра мощности и связь мощности со спектром автокорреляционной функции. Общая постановка проблемы фильтрации сигналов как проблемы выделения сигналов с известными статистическими свойствами из совокупности сигналов с отличающимися статистическими свойствами (2 ч).

Пассивные линейные электрические цепи с сосредоточенными и постоянными во времени параметрами и их взаимодействие с электрическими сигналами. Общий метод решения задачи взаимодействия таких цепей с сигналами. Применимость этих законов к линейным и нелинейным цепям и к цепям с переменными во времени параметрами. Разряд и заряд конденсатора через сопротивление. Разряд конденсатора через последовательно соединенные сопротивление и индуктивность. Энергия, запасаемая на конденсаторе и индуктивности. Коммутация конденсатора в цепи из генератора напряжения, сопротивления и индуктивности (2 ч).

Спектральный подход к анализу преобразования сигналов линейными электрическими цепями. Понятие стационарных частотно-фазовых характеристик. Амплитудно-частотная и фазовая характеристики цепи. Комплексный коэффициент передачи. Свойства действительной и мнимой части комплексного коэффициента передачи. Аналитическое продолжение коэффициента передачи в область комплексного переменного. Расположение нулей и полюсов коэффициента передачи в комплексной области. Связь между действительной и мнимой частями, между модулем и фазой. Мнимо-фазовые цепи. Применение теоремы Винера к анализу физической реализуемости цепи.

Переходные характеристики линейных электрических систем. Понятие импульсной и переходной характеристик, их связь между собой. Интеграл Дюамеля. Интеграл Дюамеля в случае сигналов, описываемых разрывными функциями (2 ч).

Линейные пассивные электрические системы в качестве фильтров. Основные определения: полоса пропускания, крутизна срезов, неравномерность частотной характеристики. Применение теоремы Винера для определения предельной крутизны срезов RC – и LC – фильтров. Нахождение спектра мощности случайного процесса на выходе фильтра по известному спектру мощности входа. Два подхода к проблеме фильтрации.

Фильтр Колмогорова-Винера и согласованный фильтр. Основные положения операционного исчисления. Преобразование Лапласа и его применение при решении линейных дифференциальных задач. Операторные импедансы. Законы Ома и Кирхгофа для операторных импедансов. Связь преобразования Лапласа с односторонним преобразованием Фурье. Основные теоремы операционного исчисления. Свойства преобразованных по Лапласу функций комплексного переменного: аналитичность, положение нулей и полюсов в области комплексной переменной. Применение операционного исчисления при анализе переходных процессов в электрических цепях (2 ч).

**Раздел 5.** Нелинейные элементы радиоэлектронных устройств, их роль и значение в радиотехнических системах. Пассивные и активные элементы радиотехнических устройств, управляемые и неуправляемые элементы. Вольт-амперные характеристики неуправляемых элементов; статические, динамические и дифференциальные параметры электрических двухполосников. Основные свойства, назначение и область применения нелинейных двухполосников, применяемых в современных радиотехнических устройствах. Семейства вольт-амперных управляемых активных элементов; статические, динамические и дифференциальные параметры активных устройств, управляемых полем. Униполярные приборы – электровакуумные лампы (триоды, тетроды) (2 ч).

Основные характеристики, назначение и область применения полевых приборов. Принцип действия активных устройств, управляемых током. Полупроводниковые биполярные транзисторы, принцип их действия, устройство и назначение. Переключающие (импульсные) элементы, особенности их вольт-амперных характеристик (динисторы, тиристоры, игнитроны, приборы с холодным катодом). Понятие о рабочей точке и линеаризации вольт-амперных характеристик нелинейных элементов. Шумы как фундаментальные параметры активных и пассивных элементов. Виды шумов в радиоэлектронных элементах (тепловые, дробовые, мерцательные) и их распределение в частотных диапазонах (2 ч).

Основы расчета активных цепей. Принцип линеаризации вольт-амперных характеристик, его роль и ограничения при описании работы усилительных схем. Усилители на основе полевых триодов. Основные три схемы включения триодов: с общим анодом (стоком), с общей сеткой (затвором), с общим катодом (исток). Коэффициент усиления по напряжению, току и мощности. Частотные характеристики усилителей в трех схемах включения. Входное и выходное сопротивление усилителей; влияние паразитных параметров на характеристики усилительных схем. Шумовые характеристики усилителей на полевых активных элементах. Усилители на биполярных транзисторах, эквивалентные параметры биполярных триодов в трех схемах включения. Усиление по напряжению, току и мощности усилителей на сопротивлениях на основе биполярных транзисторов. Входное и выходное сопротивления усилителей этого типа. Частотные характеристики усилителей на сопротивлениях в трех схемах включения. Шумовые параметры усилителей на сопротивлениях с биполярными транзисторами (2 ч).

Понятие об обратных связях в радиоэлектронных устройствах, их роль и значение в простых и сложных радиотехнических схемах. Общая схема усилительных устройств, охваченных обратной связью. Понятие о положительной и отрицательной обратной связи. Усилители с последовательной и параллельной связью по напряжению и току, их основные характеристики (входное и выходное сопротивление, частотная характеристика, устойчивость) при частотно-зависимых параметрах цепи обратной связи и канала прямого усиления. Операционные усилители как пример систем, охваченных отрицательной обратной связью и выполняющих аналоговые математические операции. Паразитные обратные связи и их практическое значение в радиоустройствах (2 ч).

Понятие о самовозбуждении усилительных устройств, охваченных положительной обратной связью. Линеаризованная теория генерирования квазисинусоидальных колебаний на основе усилителей и частотно-избирательных цепей обратной связи. Простейшие генераторы LC – и RC – избирательными цепями. Принцип генерирования (релаксационных) колебаний при введении положительной обратной связи с учетом реальных (нелинейных) вольт-амперных характеристик активных элементов. Принцип

действия основных релаксационных генераторов: мультивибратор, одновибратор, триггер, блокинг-генератор. Роль и значение схем с двумя и более устойчивыми состояниями в современной цифровой технике. Регистры, счетчики, распределители. Понятия о логических элементах, основные логические функции и их схемотехническая реализация. Цифровые устройства на базе логических элементов (RS – триггеры, одновибратор, мультивибратор, стандартизатор временных интервалов). Принципы построения преобразователей непрерывных величин в дискретные и дискретных в непрерывные. Микроминиатюризация и микроэлектроника, основные достижения, возможности и перспективы развития (2 ч).

Полупроводниковые электронные приборы. P-N переход. Полупроводниковый диод и его ВАХ. Стабилитрон. Туннельный диод. Варикап. Биполярные транзисторы. Физические процессы, объясняющие работу

биполярного транзистора (p-n-p (n-p-n) переход биполярного транзистора). Выходные и входные характеристики транзисторного каскада по схеме включения с ОБ. Полевые транзисторы. Полевой транзистор с управляющим P-N переходом. Проходная характеристика. Полевой транзистор с изолированным (индуцированным и собственным) каналом. Проходная характеристика. Тиристоры. Принцип работы тиристора (2 ч).

#### 2.3.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий, выработка навыков индивидуальной работы, закрепление навыков, сформированных во время практических занятий.

Содержание приведенной основной и дополнительной литературы позволяет охватить широкий круг вопросов, требуемый для углубленного изучения современной схемотехники.

**Раздел 2.** Система уравнений Максвелла. Энергия и поток энергии.

**Раздел 3.** Параметрическое возбуждение колебаний. Колебания с двумя степенями свободы.

**Раздел 4.** Сигналы с внутриимпульсной частотной модуляцией. Узкополосные сигналы. Узкополосные случайные процессы.

**Раздел 5.** Радиоприемные устройства. Способы стабилизации частоты в автогенераторах.

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

| № | Вид СРС                                                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1 | Подготовка к текущему контролю, подготовка индивидуальных заданий | 1. Зиятдинов С.И. Схемотехника телекоммуникационных устройств. / С. И. Зиятдинов, Т. А. Суетина, Н. В. Поваренкин. М: Академия, 2013. 366 с.<br>2. Перепелкин Д.А. Схемотехника усилительных устройств. М.: "Горячая линия-Телеком", 2013. 238 с. (электронный ресурс <a href="https://e.lanbook.com/book/63239#authors">https://e.lanbook.com/book/63239#authors</a> ) |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Цель **лекции** – ознакомить студентов с методами анализа и расчета электрических и радиотехнических цепей, их частотных, импульсных и переходных характеристик

Цель **практических занятий** – научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Формирований навыков работы с радиоэлектронными приборами, исследование работы отдельных различных электрических схем.

Практические проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Групповые индивидуальные задания формируют навыки исследовательской работы в коллективе.

| Семестр | Вид занятия | Используемые интерактивные образовательные технологии                                                               | Общее количество часов |
|---------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 5       |             |                                                                                                                     | 12                     |
|         | Л           | Слайд-лекция. Раздел 3                                                                                              | 8                      |
|         | ПР          | Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент», дискуссия (раздел 5) | 4                      |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список практических работ, вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: самостоятельного выполнения

практических работ, устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий и ответа на зачете.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

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

##### **Перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Временной и частотный способы представления физической информации. Аналоговая форма представления информации в виде электрического сигнала.
2. Спектральный метод анализа периодических и непериодических сигналов. Ряд и интеграл Фурье. Физический гармонический анализ. Спектральные функции модельных сигналов.
3. Линейные электрические цепи с сосредоточенными элементами  $R, L, C$ . Дифференциальное уравнение цепи. Комплексный коэффициент передачи цепи.
4. Прохождение сложных сигналов через линейные цепи. Оценка искажений сигналов спектральным (ряд, интеграл Фурье) и временным (интеграл Дюамеля) методами.
5. Нелинейные электрические цепи. Способы представления их вольтамперных характеристик.
6. Процессы в нелинейных цепях при воздействии нескольких гармонических сигналов. Амплитудная модуляция и демодуляция. Передача информации по радиоканалам.
7. Параметрические цепи. Преобразование сигнала в безынерционной параметрической цепи (модуляция, детектирование, перенос спектра).
8. Активные элементы цепей. Полупроводниковые приборы, принцип работы биполярных и полевых транзисторов. Возможность усиления сигнала при использовании активных элементов. Усилительный каскад, его комплексный коэффициент передачи.

9. Генераторы электрических колебаний. Укороченное уравнение LC- генератора. Генератор RC с инерционной нелинейностью. Генераторы "разрывных" колебаний.
10. Вероятностные и частотные способы описания случайных процессов (сигналов). Спектр мощности и функция корреляции. Построение "оптимальных " фильтров для выделения как периодического, так и непериодического сигнала на фоне шума.
11. Дискретная форма представления сигнала. Спектры дискретных сигналов, теорема отсчётов ( теорема Котельникова).
12. Дискретные (цифровые) фильтры (рекурсивные и нерекурсивные). Комплексный коэффициент передачи и импульсная характеристика. Особенности их использования.
13. Линейные системы с распределёнными параметрами. Телеграфные уравнения. Бегущие и стоящие волны. Согласование линии с нагрузкой, свойства отрезков линии.
14. Переходные процессы в отрезке линии. Влияние потерь на искажение сигнала.

### **Методические рекомендации по организации изучения**

В рамках самостоятельной работы студент готовит реферативную работу. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Зиятдинов С.И. Схемотехника телекоммуникационных устройств. / С. И. Зиятдинов, Т. А. Суетина, Н. В. Поваренкин. М: Академия, 2013. 366 с.
2. Белоус А.И. Основы схемотехники микроэлектронных устройств / А.И. Белоус, В.А. Емельянов, А.С. Турцевич. М.: РИЦ "Техносфера", 2012. 472 с. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214288>.
3. Перепелкин Д.А. Схемотехника усилительных устройств. М.: "Горячая линия-Телеком", 2013. 238 с. (электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/63239#authors>)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань», «Университетская библиотека online»

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Антипенский Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. Антипенский, А. Фадин. М.: Техносфера, 2007. 127 с.

2. Бабич Н.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника: методы построения и проектирование. Киев: МК-Пресс, 2004. 575 с.
3. Быстров Ю.А., Мироненко И.Г. Электронные цепи и микросхемотехника. М.: Высшая школа, 2002. 384 с.
4. Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. 344 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233202>.
5. Векшин М.М., Горбачёв В.Л., Коротков К.С., Яковенко Н.А. Аналоговая электроника. Схемотехника: Лабораторный практикум. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2003. 39с.
6. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. М.: Додэка-XXI, 2007. 528 с.
7. Корис Р., Шмидт-Вальтер Х. Справочник инженера-схемотехника. М.: Техносфера, 2006. 607 с.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **6.1 Перечень информационных технологий**

- Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

### **6.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. ПО для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

### **6.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (<http://www.biblioclub.ru>).
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com>).
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

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

| №  | Вид работ                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующим программным обеспечением, а также необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307).                            |
| 2. | Практические занятия       | Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512) |
| 3. | Групповые (индивидуальные) | Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные                                                                                                                                                                     |

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | консультации                               | необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(аудитории: 129, 131).                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301)   |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(Аудитория 102а, читальный зал). |

Компьютерная поддержка учебного процесса по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика обеспечивается по всем дисциплинам. Факультет компьютерных технологий и прикладной математики, оснащен компьютерными классами, установлена локальная сеть, все компьютеры факультета подключены к сети Интернет.