

9. Приведите пример теоретического расчета частоты среза ФНЧ.

10. Каким образом теоретически определяются добротность и центральная частота полосы пропускания ПФ?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

#### Критерии оценивания:

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованную рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

Экзамен проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, пре-

дусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 10 семестр.

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

Примерные вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Классификация и основные характеристики сигналов. Энергия сигнала.
2. Спектральное представление сигналов.
3. Вейвлет-анализ сигналов.
4. Основные характеристики каналов передачи информации.
5. Частотно-избирательные цепи (ЧИЦ). Классификация систем. Характеристики линейной стационарной системы.
6. Модели ЧИЦ.
7. ЧИЦ при широкополосных входных воздействиях.
8. ЧИЦ при узкополосных входных воздействиях.
9. Методы частотной фильтрации.

10. Согласованная и оптимальная фильтрация сигналов.
11. Схемотехника ЧИЦ. Классификация фильтров. Схемотехника звеньев.
12. Согласование фильтров. Звенья т - типа.
13. Аппроксимация АЧХ ФНЧ. Фильтры Баттервортса и Чебышева. Многозвенные фильтры.
14. Понятие фильтра-прототипа. Фильтры верхних частот. Полосовые фильтры.
15. Активные фильтры с многопетлевой отрицательной обратной связью.
16. Активные фильтры с положительной обратной связью и на основе двойного Т-образного моста.
17. Реализация активных фильтров на основе метода переменных состояний. Фазовые фильтры.
18. Гираторы.
19. Пьезоэлектрические фильтры.
20. Принцип нелинейного преобразования сигналов. Аппроксимация ВАХ НЭ.
21. Использование приборов для нелинейного преобразования сигналов. Резонансное умножение частоты.
22. Нелинейное преобразование суммы гармонических сигналов.
23. Общие принципы модуляции сигналов. Амплитудная модуляция.
24. Виды амплитудной модуляции. Амплитудные модуляторы.
25. Угловая модуляция. Виды угловой модуляции.
26. Угловые модуляторы.
27. Детектирование АМ-сигналов. Транзисторные детекторы.
28. Детектирование АМ-сигналов. Диодные детекторы.
29. Детектирование сигналов с угловой модуляцией. Фазовое детектирование.
30. Частотное детектирование.
31. Синхронное детектирование сигналов.
32. Приемные устройства модулированных сигналов. Основные характеристики приемников.
33. Структурные схемы приемников. Приемники прямого усиления.
34. Гетеродинный приемник.
35. Диодные смесители.
36. Транзисторные смесители.
37. Гетеродинный прием оптических сигналов.
38. Модели дискретных сигналов. Спектральная плотность модулированной импульсной последовательности (МИП).
39. Теорема Котельникова. Восстановление непрерывного сигнала по МИП.
40. Применение импульсной модуляции. Амплитудно-импульсная модуляция.
41. Кодово-импульсная модуляция. Фазоимпульсная модуляция.
42. Элементы теории разделения сигналов. Принципы уплотнения линий связи.
43. Аналогово-цифровое преобразование сигналов. Шумы квантования.
44. Цифро-аналоговое преобразование сигналов. Классификация цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).
45. Основные параметры ЦАП. Структурная схема ЦАП.
46. Основные узлы ЦАП.
47. Типы ЦАП.
48. Основные параметры и структурная схема АЦП.
49. Типы АЦП.
50. Принципы цифровой фильтрации. Частотный коэффициент передачи и системная функция цифрового фильтра (ЦФ).
51. Трансверсальный ЦФ.

52. Рекурсивный ЦФ.
53. Синтез линейных ЦФ.
54. Программируемые активные фильтры.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к лабораторным работам)

1. Перечислите основные типы электрических фильтров и дайте их краткую характеристику.
  2. Охарактеризуйте основные методы аппроксимации АЧХ аналоговых фильтров.
  3. Определите понятие фильтра-прототипа.
  4. Каким образом осуществляется согласование фильтра с нагрузкой и с источником сигнала?
  5. Определите понятие k-звена.
  6. Какие эффекты сопровождают фильтрацию АМ-сигналов?
  7. Определите понятие m-звена.
  8. Чем отличается параллельно-производное m-звено от последовательно-производного?
- Приведите примеры звеньев обоих типов.
9. Чем отличаются частотные характеристики звеньев k- и m-типа?
  10. Какие виды многозвенных фильтров применяются при обработке сигналов?
  11. Объясните работу дифференциального усилителя в режиме параметрического преобразователя
  12. Какие эффекты сопровождают нелинейное преобразование бигармонического колебания?
  13. В чем заключается принцип синхронного детектирования?
  14. Почему синхронный детектор мало чувствителен к помехам?
  15. Объясните принцип действия схемы Костаса. В чем заключаются ее основные достоинства?
  16. Определите понятие амплитудной модуляции.
  17. Почему при передаче сигналов не используют глубокую модуляцию?
  18. Перечислите виды амплитудной модуляции.
  19. Чем преобразователь частоты отличается от амплитудного модулятора?
  20. Какие каналы приема образуются в преобразователе частоты?
  21. Перечислите основные параметры и характеристики ЦАП.
  22. Какие двоичные коды используются в ЦАП в качестве входных сигналов?
  23. Какие факторы определяют чувствительность преобразования ЦАП?
  24. Чем объясняется полученная форма характеристики преобразования?
  25. Изобразите обобщенную структурную схему ЦАП.
  26. Какие виды резистивных матриц используются в ЦАП? Перечислите их основные достоинства и недостатки.
  27. Какие основные требования предъявляются к токовым ключам ЦАП? Приведите примеры токовых ключей.
  28. Чем ограничивается максимальная частота преобразования ЦАП?
  29. По какому принципу работают ЦАП1 и ЦАП2?
  30. Сравните основные параметры и характеристики исследованных преобразователей.
  31. Определите понятие программируемый активный фильтр.
  32. По какому принципу работает схема?
  33. Проанализируйте принцип работы фильтра на основе переменных состояний.
  34. Какую функцию в схеме выполняет ЦАП?
  35. Каковы варианты включения ЦАП в схему программируемого активного фильтра?
  36. Какие требования предъявляются к операционным усилителям используемым в схеме?

37. Перечислите основные параметры ЦАП, влияющие на характеристики программируемого активного фильтра?
38. Объясните полученные частотные характеристики ФНЧ и ПФ.
39. Приведите пример теоретического расчета частоты среза ФНЧ.
40. Каким образом теоретически определяются добротность и центральная частота полосы пропускания ПФ?

*Перечень вопросов экзамену по дисциплине*

1. Классификация и основные характеристики сигналов. Энергия сигнала.
2. Спектральное представление сигналов.
3. Вейвлет-анализ сигналов.
4. Основные характеристики каналов передачи информации.
5. Частотно-избирательные цепи (ЧИЦ). Классификация систем. Характеристики линейной стационарной системы.
6. Модели ЧИЦ.
7. ЧИЦ при широкополосных входных воздействиях.
8. ЧИЦ при узкополосных входных воздействиях.
9. Методы частотной фильтрации.
10. Согласованная и оптимальная фильтрация сигналов.
11. Схемотехника ЧИЦ. Классификация фильтров. Схемотехника звеньев.
12. Согласование фильтров. Звенья  $m$ -типа.
13. Аппроксимация АЧХ ФНЧ. Фильтры Баттерворта и Чебышева. Многозвенные фильтры.
14. Понятие фильтра-прототипа. Фильтры верхних частот. Полосовые фильтры.
15. Активные фильтры с многопетлевой отрицательной обратной связью.
16. Активные фильтры с положительной обратной связью и на основе двойного Т-образного моста.
17. Реализация активных фильтров на основе метода переменных состояний. Фазовые фильтры.
18. Гираторы.
19. Пьезоэлектрические фильтры.
20. Принцип нелинейного преобразования сигналов. Аппроксимация ВАХ НЭ.
21. Использование приборов для нелинейного преобразования сигналов. Резонансное умножение частоты.
22. Нелинейное преобразование суммы гармонических сигналов.
23. Общие принципы модуляции сигналов. Амплитудная модуляция.
24. Виды амплитудной модуляции. Амплитудные модуляторы.
25. Угловая модуляция. Виды угловой модуляции.
26. Угловые модуляторы.
27. Детектирование АМ-сигналов. Транзistorные детекторы.
28. Детектирование АМ-сигналов. Диодные детекторы.
29. Детектирование сигналов с угловой модуляцией. Фазовое детектирование.
30. Частотное детектирование.
31. Синхронное детектирование сигналов.
32. Приемные устройства модулированных сигналов. Основные характеристики приемников.
33. Структурные схемы приемников. Приемники прямого усиления.
34. Гетеродинный приемник.

35. Диодные смесители.
36. Транзисторные смесители.
37. Гетеродинный прием оптических сигналов.
38. Модели дискретных сигналов. Спектральная плотность модулированной импульсной последовательности (МИП).
39. Теорема Котельникова. Восстановление непрерывного сигнала по МИП.
40. Применение импульсной модуляции. Амплитудно-импульсная модуляция.
41. Кодово-импульсная модуляция. Фазоимпульсная модуляция.
42. Элементы теории разделения сигналов. Принципы уплотнения линий связи.
43. Аналогово-цифровое преобразование сигналов. Шумы квантования.
44. Цифро-аналоговое преобразование сигналов. Классификация цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).
45. Основные параметры ЦАП. Структурная схема ЦАП.
46. Основные узлы ЦАП.
47. Типы ЦАП.
48. Основные параметры и структурная схема АЦП.
49. Типы АЦП.
50. Принципы цифровой фильтрации. Частотный коэффициент передачи и системная функция цифрового фильтра (ЦФ).
51. Трансверсальный ЦФ.
52. Рекурсивный ЦФ.
53. Синтез линейных ЦФ.
54. Программируемые активные фильтры.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по выполнению и защите лабораторных работ, подготовке и проведению экзамена.

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

#### **а) основная литература**

1. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015.

#### **б) дополнительная литература**

1. Солонина и др. Основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2005.
2. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005.
3. Преобразование сигналов в радиотехнических системах: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Радиотехнические цепи и системы»/ Сост.: Г.В. Мартыненко, В.Л.Жбанова. – Смоленск: РИО филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2014. – 16с.

#### **в) электронный ресурс**

1. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс] : / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 480 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=300](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=300)

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. [www.oeps.ifmo.ru](http://www.oeps.ifmo.ru)
2. [www.lib.ssga.ru](http://www.lib.ssga.ru)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в неделю, практические занятия раз в неделю и лабораторные работы раз в четыре недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Перед проведением **лабораторных работ** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной лабораторной работе, подготовиться к ответу на контрольные вопросы. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

**Практические занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя (*либо прилагается к настоящей программе*).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполнеными пункты задания практического занятия студент обязан сделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме

занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

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

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование *систем мультимедиа*.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается *компьютеры для расчетов, оформления отчетов*. Для этого используется стандартный пакет Microsoft Office.

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

### **Лекционные занятия:**

*Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).*

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в Лаборатории электроники и микропроцессорной техники В-223. Необходимое оборудование:

**Лабораторная работа №1.** Исследование амплитудно-частотных характеристик аналоговых фильтров

Лабораторная установка включает в себя: два пассивных однозвездных П-образных LC-фильтра нижних частот k-типа; пассивный однозвездный П-образный LC-фильтр нижних частот m-типа; набор нагрузочных резисторов. Выводы элементов подключены к гнездам разъемов, образующих наборное поле на передней панели лабораторного стенда. Сборка схем осуществляется путем соединения гнезд наборного поля проводниками со штыревыми выводами. Сигналы подаются с генератора гармонических сигналов ЛО-30, контроль АЧХ осуществляется по осциллографу С1-72.

**Лабораторная работа №2.** Параметрические преобразования сигналов

Лабораторная установка включает в себя дифференциальный каскад (ДК) на биполярных транзисторах VT1-VT3 с цепями регулировки тока и балансировки каскада, операционный усилитель, резистивный делитель напряжения типа R-2R для ослабления входного сигнала и набор, состоящий из резисторов, конденсаторов и катушки индуктивности. Входы и выходы элементов подключены к гнездам разъемов, образующих наборное поле на передней панели лабораторного стенда. Сборка схем осуществляется путем соединения гнезд наборного поля проводниками со штыревыми выводами. Сигналы подаются с генератора гармонических сигналов ЛО-30, контроль сигналов осуществляется по осциллографу С1-72. Для измерения тока используется миллиамперметр РВ-207.

**Лабораторная работа №3.** Исследование цифро-аналоговых преобразователей.

Лабораторная установка включает в себя: четырехразрядный реверсивный двоичный счетчик (СТ2), два цифро-анalogовых преобразователя (ЦАП1, ЦАП2), тактовый генератор (ТГ), источник опорного напряжения (ИОН), кодонаборник. Входы и выходы элементов подключены к гнездам разъемов, образующих наборное поле на передней панели лабораторного стенда. Сборка схем осуществляется путем соединения гнезд наборного поля проводниками со штыревыми

выми выводами. Сигналы подаются с генератора гармонических сигналов ЛО-30, контроль сигналов осуществляется по осциллографу С1-72.

**Лабораторная работа №4.** Программируемый активный фильтр.

Лабораторная установка включает в себя программируемый активный фильтр и кодонаборник. Вход и выходы фильтра подключены к гнездам разъемов, образующих наборное поле на передней панели стенда, что позволяет исследовать работу фильтра в режиме ФНЧ и в режиме ПФ. Сигналы подаются с генератора гармонических сигналов ЛО-30, контроль сигналов осуществляется по осциллографу С1-72.

Автор      доцент

A.H. Конаков

Зав. кафедрой

канд. техн. наук, доцент

M. B. Беляков

Программа одобрена на заседании кафедры «Оптико-электронные системы» от 28.08.2015 года,  
протокол № 1.

## **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**