

## Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.1

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
«      »        2016 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цифровая обработка сигналов**

**Направление бакалавриата 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"**

**Профиль "Промышленная электроника"**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2016 г.**

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской; проектно-конструкторской и научно-педагогической деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование компетенции ОПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- теоретические основы и математический аппарат описания дискретных сигналов;
- математическое описание линейных дискретных систем;
- теоретические основы цифровой фильтрации;

### **Уметь:**

- строить математические модели дискретных сигналов;
- строить математические модели линейных дискретных систем во временной области;
- строить математические модели систем в  $z$  – области;
- описывать линейные дискретные системы в частотной области;
- строить структурные схемы линейных дискретных систем;
- описывать линейные дискретные системы в пространстве состояний;
- производить синтез цифровых фильтров.

### **Владеть:**

- понятийным аппаратом (тезаурусом) цифровой обработки сигналов;
- методами математического описания дискретных сигналов;
- методами математического описания линейных дискретных систем;
- методами анализа и синтеза цифровых фильтров.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к вариативной части (обязательные дисциплины) образовательной программы подготовки по направлению бакалавриата 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника".

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" дисциплина «Цифровая обработка сигналов» основывается на дисциплинах базовой части: Б1.Б.6 Высшая математика, Б1.Б.10 Теоретические основы электротехники.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для выполнения научно-исследовательской работы (Б2.П.3), а также государственной итоговой аттестации (Б3).

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

**Аудиторная работа**

|                                                                   | Обязательная дисциплина вариативной части | Семестр   |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------|
| № дисциплины по учебному плану:                                   | Б1.В.ОД.1                                 |           |
| Часов (всего) по учебному плану:                                  | 252                                       | 4 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)                            | 7                                         | 4 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов)                                               | 1 ЗЕТ; 36 часов                           | 4 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)                                  | 1 ЗЕТ; 36 часов                           | 4 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов)                                 | 0,5 ЗЕТ; 18 часов                         | 4 семестр |
| Курсовой проект (ЗЕТ, часов)                                      | 0,5 ЗЕТ; 18 часов                         | 4 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 2,75 ЗЕТ; 99 часов                        | 4 семестр |
| Экзамен                                                           | 1,25 ЗЕТ 45 часов                         | 4 семестр |

**Самостоятельная работа студентов**

| Вид работ                         | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
|-----------------------------------|------------------------|
| Изучение материалов лекций        | 0,5 ЗЕТ; 18 часов      |
| Подготовка к лабораторным работам | 0,5 ЗЕТ; 18 часов      |
| Практические занятия              | 0,25 ЗЕТ; 9 часов      |
| Курсовой проект                   | 1,5 ЗЕТ; 54 часа       |
| Всего:                            | 2,75 ЗЕТ; 99 часов     |
| Подготовка к экзамену             | 1,5 ЗЕТ; 45 часов      |

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

| № п/п                          | Темы дисциплины                                                                   | Всего часов на тему | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) |    |     |    |     |                  |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|------------------|
|                                |                                                                                   |                     | лк                                                                                       | пр | лаб | КП | СРС | в т.ч. интеракт. |
| 1.                             | Тема 1. Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем. | 117                 | 18                                                                                       | 10 | 20  | 9  | 60  | -                |
| 2.                             | Тема 2. Цифровые фильтры                                                          | 90                  | 18                                                                                       | 8  | 16  | 9  | 39  | -                |
| Всего по видам учебных занятий |                                                                                   |                     | 36                                                                                       | 18 | 36  | 18 | 99  |                  |

### **Содержание по видам учебных занятий**

**Тема 1.** Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем.

**Лекция 1.** Введение в ЦОС. Математический аппарат описания сигналов и линейных систем.

**Лекция 2.** Описание линейных дискретных систем (ЛДС) во временной области.

**Лекция 3.** Описание ЛДС в  $z$  – области.

**Лекция 4.** Описание ЛДС в частотной области.

**Лекция 5.** Структурные схемы ЛДС.

**Лекция 6.** Описание и анализ ЛДС в пространстве состояний.

**Лекция 7.** Описание дискретных сигналов.

**Лекция 8.** Дискретное преобразование Фурье.

**Лекция 9.** Быстрое преобразование Фурье.

**Практическое занятие 1.** Математическое описание аналоговых сигналов и линейных систем в  $p$  – области и частотной области.

**Практическое занятие 2.** Математическое описание дискретных сигналов и линейных систем в  $p$  – области и частотной области.

**Практическое занятие 3.** Импульсная характеристика ЛДС. Соотношение вход/выход в ЛДС.

**Практическое занятие 4.** Дискретная свертка.

**Практическое занятие 5.** Разностные уравнения.

**Лабораторная работа 1.** Исследование прохождения сигналов через линейные системы с использованием временных характеристик, преобразования Фурье и преобразования Лапласа (4 часа).

**Лабораторная работа 2.** Исследование моделей ЛДС во временной области (4 часа).

**Лабораторная работа 3.** Исследование моделей ЛДС в  $z$  – области (4 часа).

**Лабораторная работа 4.** Исследование моделей ЛДС в частотной области (4 часа).

**Лабораторная работа 5.** Исследование рекурсивных и нерекурсивных схем ЛДС (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** На самостоятельную работу 1 всего предусмотрено 60 часов. В рамках самостоятельной работы 1 по изучению материала темы 1 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено 24 часа, из них 9 часов на подготовку к лекциям, 5 часов на подготовку к практическим занятиям и 10 часов на подготовку к лабораторным занятиям.

Самостоятельная работа 1 включает в себя самостоятельную работу обучающегося по сбору материала и выполнения курсового проекта. В самостоятельной работе 1 предусмотрено 36 часов для выполнения курсового проекта.

**Текущий контроль.** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических занятиях и лабораторных работах.

**Тема 2.** Цифровые фильтры

**Лекция 10.** Основные понятия, определения. Синтез цифровых фильтров.

**Лекция 11.** КИХ – фильтры с линейной ФЧХ.

**Лекция 12.** Синтез КИХ – фильтров методом окон.

**Лекция 13.** Синтез оптимальных по Чебышеву КИХ - фильтров

**Лекция 14.** Цифровые преобразователи Гильберта и дифференциаторы

**Лекция 15.** Специальные КИХ – фильтры.

**Лекция 16.** Синтез БИХ - фильтров.

**Лекция 17.** Синтез БИХ – фильтров методом билинейного  $z$  – преобразования.

**Лекция 18.** Адаптивная фильтрация.

**Практическое занятие 6.** Синтез цифровых фильтров. Постановка задачи оптимального синтеза. Построение функциональной схемы цифрового фильтра.

**Практическое занятие 7.** КИХ - фильтры с линейной ФЧХ.

**Практическое занятие 8.** Синтез КИХ – фильтров методом окон.

**Практическое занятие 9.** Синтез оптимальных по Чебышеву КИХ - фильтров.

**Лабораторная работа 6.** Исследование КИХ – фильтров с линейной ФЧХ 1 типа (4 часа).

**Лабораторная работа 7.** Исследование КИХ – фильтров с линейной ФЧХ 2 типа (4 часа).

**Лабораторная работа 8.** Исследование КИХ – фильтров с линейной ФЧХ 3 типа (4 часа).

**Лабораторная работа 9.** Исследование КИХ – фильтров с линейной ФЧХ 4 типа (4 часа).

**Самостоятельная работа 2.**

На самостоятельную работу 2 всего предусмотрено 39 часов.

В рамках самостоятельной работы 2 по изучению материала темы 2 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено 21 час, из них 9 часов на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 8 часов на подготовку к лабораторным занятиям.

В самостоятельной работе 2 предусмотрено 18 часов для выполнения и завершения курсового проекта

**Текущий контроль.** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на лабораторных работах и практических занятиях.

## **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: планы лекций и планы практических и лабораторных занятий, методические рекомендации по выполнению курсового проекта. Указанные материалы размещены на электронных ресурсах кафедры.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**

### **6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются компетенция ОПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование тезауруса учебной дисциплины и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнение курсового проекта, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения курсового проекта, а также при решении практических задач на лабораторных работах, практических занятиях, в результате подготовки к сдаче экзамена.

## **6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости.

Для оценки сформированности компетенций преподавателем оценивается деятельность обучающихся на аудиторных занятиях содержательная сторона и качество материалов, представленных в реферате, которая выполняются в течение семестра. Учитываются также активное участие в диалоговом общении в рамках аудиторных занятий, устные и письменные ответы студентов на вопросы при текущем контроле и контрольных опросах. Для оценки сформированности компетенций принимаются во внимание:

- сформировавшиеся в сознании обучающегося знания, основные понятия, определения, теоретические положения, предусмотренные компетенциями (тестирование сформированности теоретических знаний проводится по теоретическим вопросам);

- наличие умений осознанно выполнять предусмотренные компетенциями практические действия (тестирование сформированности практических умений проводится на основании решения практических задач);

- навыки владения методами решения практических и научных задач в рамках формируемых компетенций (тестирование проводится на основании сформированности навыков выбора и обоснования методов решения практических задач).

Критерии оценивания уровней сформированности компетенций в процессе тестирования, как формы текущего контроля:

- 41%-59% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенций на данном этапе ее формирования;

- 60%-79% - продвинутому уровню;

- 80%-100% - эталонному уровню.

Оценивание уровня сформированности компетенций также проводится в рамках письменных контрольных опросов, которые проводятся на аудиторных занятиях.

Из теоретических и практических вопросов, используемых для тестирования теоретических знаний, практических умений и навыков владения методами, формируется список вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине.

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".

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, 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 практическое 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 практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные 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 пробелы 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, закреплённых 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 выносятся оценка экзамена по дисциплине за 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**

**Вопросы для оценки сформированности теоретических знаний:**

- обобщенная схема цифровой обработки сигналов;

- основные типы сигналов и их математическое описание;
- нормирование времени;
- типовые дискретные сигналы;
- основная полоса частот, нормирование частоты;
- математическое описание аналоговых сигналов и линейных систем с использованием преобразования Фурье;
- математическое описание аналоговых сигналов и линейных систем с использованием преобразования Лапласа;
- связь преобразования Фурье с преобразованием Лапласа;
- математическое описание дискретных сигналов и линейных систем с использованием дискретного преобразования Лапласа;
- математическое описание дискретных сигналов и линейных систем с использованием  $z$  - преобразования;
- Свойства  $z$  – преобразования, связь  $z$  – преобразования с дискретным преобразованием Лапласа;
- импульсная характеристика ЛДС;
- соотношение выход/вход для ЛДС;
- дискретная свертка;
- разностные уравнения;
- рекурсивные ЛДС;
- нерекурсивные ЛДС;
- ЛДС с конечной (КИХ) и бесконечной (БИХ) импульсной характеристикой;
- свойства ЛДС (свойство памяти, устойчивость, критерии устойчивости);
- преобразование Фурье
- $z$  – изображение передаточной функции ЛДС, соотношение вход/выход;
- взаимосвязь между  $z$  – изображением передаточной функции ЛДС и разностным уравнением;
- разновидности передаточных функций ЛДС;
- $z$  – изображения передаточных функций и импульсные характеристики звеньев первого и второго порядка;
- частотная характеристика ЛДС, соотношение вход/выход;
- связь частотной характеристики ЛДС с ее передаточной функцией;
- свойства частотных характеристик ЛДС;
- фазовые звенья, определения и свойства фазовых звеньев;
- структурные схемы рекурсивных ЛДС;
- структурные схемы нерекурсивных ЛДС;
- понятие состояния ЛДС, описание ЛДС на основе структурных схем;
- уравнения состояния и выхода ЛДС по передаточной функции;
- дискретное преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье;
- основные определения и классификация цифровых фильтров;
- частотные характеристики КИХ – фильтров с линейной ФЧХ;
- синтез КИХ – фильтров методом окон;
- оптимальный по Чебышеву синтез КИХ – фильтров;
- преобразование Гильберта, дискретное преобразование Гильберта;
- цифровой преобразователь Гильберта (ЦПГ), частотные характеристики ЦПГ;
- импульсная характеристика ЦПГ;
- цифровой дифференциатор;
- синтез БИХ – фильтров (обзор методов);
- билинейное  $z$  – преобразование, определение и свойства.

### Вопросы для оценки практических умений:

- вычисление дискретного преобразования Лапласа для заданного дискретного сигнала;
- вычисление дискретного  $z$  - преобразования для заданного дискретного сигнала;
- вычисление  $z$  – изображения передаточной функции ЛДС;
- вычисление реакции цепи на заданное входное воздействие с использованием дискретной свертки;
- вычисление реакции цепи на заданное входное воздействие с использованием разностного уравнения;
- оценка устойчивости ЛДС по импульсной характеристике;
- оценка устойчивости ЛДС по передаточной функции;
- анализ АЧХ по карте нулей и полюсов;
- анализ АЧХ и ФЧХ звена первого порядка;
- анализ АЧХ и ФЧХ звена второго порядка;
- анализ фазового звена 1 порядка;
- анализ фазового звена 2 порядка;
- анализ прямых канонических структур рекурсивных ЛДС;
- анализ каскадной структуры рекурсивной ЛДС;
- анализ параллельной структуры рекурсивной ЛДС;
- анализ прямой структуры нерекурсивной ЛДС;
- анализ каскадной структуры нерекурсивной ЛДС;
- структурное представление ЛДС по уравнениям состояния и выхода;
- алгоритм БПФ с прореживанием по времени;
- алгоритм БПФ с прореживанием по частоте;
- анализ структурных схем КИХ – фильтров с линейной ФЧХ;
- анализ свойств КИХ – фильтров типа 1;
- анализ свойств КИХ – фильтров типа 2;
- анализ свойств КИХ – фильтров типа 3;
- анализ свойств КИХ – фильтров типа 4;
- процедура синтеза БИХ – фильтров методом инвариантности импульсной характеристики;
- процедура синтеза БИХ – фильтров методом билинейного  $z$  – преобразования;

### Вопросы для оценки навыков:

- математическое описание аналоговых сигналов во временной и частотной области;
- математическое описание дискретных сигналов и ЛДС по временной области;
- математическое описание дискретных сигналов и ЛДС в  $z$  – области;
- математическое описание дискретных сигналов и ЛДС частотной области;
- математическое описание и синтез КИХ – фильтров;
- математическое описание и синтез БИХ – фильтров;
- математическое описание и задание требований к цифровым преобразователям Гильберта;

## 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 написанию рефератов, выполнению лабораторных работ и заданий на самостоятельную работу, подготовке и проведению экзаменов.

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

### **а) основная литература**

1. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов: Учебное пособие. Москва: Техносфера, 2012 – 368 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=233733](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=233733)
2. Муромцев Д.Ю. Анализ и синтез дискретных систем: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, Е.Н. Яшин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 109 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=277910](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=277910)
3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 3-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. - (Мир радиоэлектроники). - ISBN 978-5-94836-329-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730> (03.09.2015).
4. Солонина А.И. Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций. А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов, Е.Б. Соловьева /Изд. 2-е испр. и перераб. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.: с ил.
5. Судоплатов С.В. Дискретная математика: учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. – 4-е изд. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 280 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=135675](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=135675)

### **б) дополнительная литература**

1. Щетинин Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB: учебное пособие / Ю.И. Щетинин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 115 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142>
2. Глинченко, А. С. Цифровая обработка сигналов. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : курс лекций / А. С. Глинченко. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
3. Бушнев Д.В., Романов А.В. Теоретические основы циф-ровой обработки сигналов: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. 116 с

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

1. Сайт «Цифровая обработка сигналов» (Российский научно-технический журнал)  
Режим доступа: <http://www.dsra.ru/>
2. Сайт «Литература по цифровой обработке сигналов»  
Режим доступа: <http://dsp-book.narod.ru/books.html>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на лабораторных работах и практических занятиях, выполнения курсового проекта, изучения материала дисциплины по основной и дополнительной литературе. Изучение курса завершается экзаменом.

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, ис-

пользуя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться 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 и практические занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления и приобретение практических навыков.

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

Содержание лабораторных и практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

**Лабораторные и практические занятия:**

- 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 **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 и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**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 аудиторных занятий предусматривается использование систем мультимедиа, компьютерных учебников, интерактивных информационных систем и иных интернет ресурсов.

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

**Лекционные занятия проводятся в аудиториях**, оснащенных презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Лабораторные и практические занятия** по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе, оснащённом необходимой информационной базой и лицензионными программными продуктами.

Автор: канд. техн. наук, доцент



Лямец Л.Л.

Зав. кафедрой: д-р техн. наук, профессор



Якименко И.В.

Программа утверждена на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 12.10.2016 года, протокол № 2.