

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
09.04.01 Информатика и вычислительная техника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Методы цифровой обработки сигналов**

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Компьютерные сети и технологии

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 4196  
Подписал: заведующий кафедрой Желенков Борис  
Владимирович  
Дата: 23.03.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» является формирование компетенций по основным разделам теоретических и практических основ анализа цифровой информации.

Основными задачами дисциплины являются:

- Ознакомление с методами цифровой обработки сигналов и особенностями их применения при решении ряда практических задач.
- Рассмотрение методов построения и практического использования систем цифровой обработки сигналов.
- Рассмотрение методов построения и практического использования систем распознавания образов.
- Изучение методов схематизации случайных процессов в задачах амплитудного анализа.
- Изучение методов спектрального и корреляционного анализа случайных процессов и интерпретации получаемых результатов.
- Изучение методов оценки статистических и методологических погрешностей при реализации различных методов цифровой обработки сигналов.
- Изучение практических приемов планирования цифровой обработки сигналов.

Дисциплина предназначена для получения знаний, необходимых для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

Научно-исследовательская деятельность:

- Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- Математическое моделирование сигналов и процессов их обработки при исследовании методов цифровой обработки сигналов и их особенностей;
- Исследование функциональных и метрологических свойств разрабатываемых систем цифровой обработки сигналов;
- Исследование погрешностей методов цифровой обработки сигналов при планировании и проведении экспериментальных исследований.

Проектная деятельность:

- Сбор и анализ исходных данных для проектирования систем цифровой обработки сигналов;
- Проектирование систем цифровой обработки сигналов в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

- Разработка и оформление проектной и рабочей технической документации;
- Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Производственно-технологическая деятельность:

- Разработка технологических решений при проектировании систем цифровой обработки сигналов;
- Разработка технологических решений для оценки надежности и тестирования современных систем цифровой обработки сигналов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Владение методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов;

**ПК-7** - Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные методы и алгоритмы решения задач распознавания и цифровой обработки сигналов.

### **Уметь:**

- применять основные методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов;

- искать и анализировать информацию о современных методах решения нестандартных задач цифровой обработки сигналов, в том числе в новой или незнакомой среде.

### **Владеть:**

- навыками практического применения методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов;

- навыками содержательного анализа получаемых результатов, исследования методологических и статистических погрешностей.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	36	36
В том числе:		
Занятия лекционного типа	18	18
Занятия семинарского типа	18	18

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 108 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Автоматизированная система цифровой обработки сигналов (АСЦОС) Рассматриваемые вопросы: - Основные элементы АСЦОС, их назначение и взаимосвязь; - Датчики, АЦП, ФНЧ, ФВЧ, полосовые фильтры, усилители и предусилители, самописцы, магнитографы, устройства отображения информации, исполнительные устройства; - Программное и методическое обеспечение АСЦОС;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>-Поиск и анализ актуальной информации о современных системах цифровой обработки сигналов;</p> <p>-Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития и применения систем цифровой обработки сигналов.</p>
2	<p><b>Помехи в АСЦОС и их влияние на результаты цифровой обработки сигналов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Помехи и их источники;</li> <li>-Метрологические и методические погрешности;</li> <li>-Методы борьбы с помехами;</li> <li>-АЦП и его погрешности;</li> <li>-Шаг дискретизации по амплитуде и его определение;</li> <li>- Шаг дискретизации по времени;</li> <li>-Многоканальность АЦП;</li> <li>-Погрешность АЦП по амплитуде;</li> <li>-Влияние погрешности по времени на оценки взаимных статистических характеристик;</li> <li>-Поиск и анализ актуальной информации о современных методах обнаружения и удаления помех в системах цифровой обработки сигналов;</li> <li>-Применение перспективных методов исследований при первичной обработке цифровых сигналов и удалении помех.</li> </ul>
3	<p><b>Амплитудный анализ сигналов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Основные статистические характеристики случайных процессов и числовых рядов; -Методы схематизации случайных процессов;</li> <li>-Метод текущих значений, метод максимумов (минимумов), метод размахов, метод главных экстремумов, метод полных циклов;</li> <li>-Влияние помех на результаты амплитудного анализа;</li> <li>- Поиск и анализ актуальной информации о современных методах амплитудного анализа цифровых сигналов;</li> <li>-Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач при амплитудном анализе сигналов и содержательном анализе полученных результатов.</li> </ul>
4	<p><b>Методы оценки статистической независимости случайных величин. Оценка стационарности случайного процесса</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Критерий серий;</li> <li>- Критерий инверсий;</li> <li>-Применение критериев серий и инверсий для оценки свойств сигналов;</li> <li>-Обнаружение и устранение аномальных значений сигналов;</li> <li>-Обнаружение трендов;</li> <li>-Поиск и анализ актуальной информации о современных методах обнаружения трендов и аномальных наблюдений;</li> <li>-Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач при разработке подсистем предварительного амплитудного анализа в системах цифровой обработки сигналов.</li> </ul>
5	<p><b>Корреляционный анализ случайных процессов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Методы и алгоритмы вычисления авто- (АКФ) и взаимной (ВКФ) корреляционных функций;</li> <li>-Свойства АКФ и ВКФ;</li> <li>-Оценка статистических погрешностей;</li> <li>-Содержательный анализ полученных результатов;</li> <li>-Поиск и анализ актуальной информации о современных алгоритмах оценивания АКФ и ВКФ, а также об использовании результатов вычислений при решении содержательных задач;</li> <li>-Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач при</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	разработке алгоритмов и ПО для вычисления АКФ и ВКФ цифровых сигналов.
6	<b>Корреляционный анализ случайных процессов (продолжение)</b> Рассматриваемые вопросы: -Поиск и анализ актуальной информации о современных алгоритмах оценивания АКФ и ВКФ, а также об использовании результатов вычислений при решении содержательных задач; -Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач при разработке алгоритмов и ПО для вычисления АКФ и ВКФ цифровых сигналов.
7	<b>Спектральный анализ случайных процессов</b> Рассматриваемые вопросы: -Методы вычисления спектральной плотности; -Спектр мощности, амплитудный спектр и спектральная плотность; -Усреднение и сглаживание; -Содержательный анализ полученных результатов; -Оценка погрешностей вычисленного спектра
8	<b>Спектральный анализ случайных процессов (продолжение)</b> Рассматриваемые вопросы: -Планирование эксперимента при регистрации сигналов для спектрального анализа; -Планирование спектрального анализа зарегистрированных сигналов; -Поиск и анализ актуальной информации о современных методах и системах спектрального анализа цифровых сигналов и их использовании в научных исследованиях; -Применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач при разработке современных систем спектрального анализа цифровых сигналов.
9	<b>Методы экстраполяции и интерполяции</b> Рассматриваемые вопросы: -Методы узловых точек и их использование для решения задач интерполяции; - Метод наименьших квадратов и его использование для решения задач интерполяции; -Обнаружение и удаление трендов; -Поиск и анализ актуальной информации о современных методах экстраполяции и интерполяции в задачах цифровой обработки сигналов; -Применение перспективных методов исследования при решении задач экстраполяции и интерполяции в системах цифровой обработки сигналов.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Проверка статистической независимости и стационарности</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в моделировании случайных процессов, проверке статистической независимости наблюдений и стационарности процессов.
2	<b>Обнаружение и удаление тренда</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в моделировании случайных процессов, содержащих тренды, обнаружении и удалении трендов.
3	<b>Обнаружение и удаление тренда (продолжение)</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в моделировании случайных процессов, содержащих тренды, обнаружении и удалении трендов.
4	<b>Амплитудный анализ временного ряда</b>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения практического задания студент получает навыки в амплитудном анализе временного ряда различными методами схематизации.
5	<b>Корреляционный анализ временных рядов</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в корреляционном анализе временных рядов.
6	<b>Корреляционный анализ временных рядов (продолжение)</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в корреляционном анализе временных рядов.
7	<b>Спектральный анализ временного ряда</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в спектральном анализе временного ряда методом ДПФ.
8	<b>Спектральный анализ временного ряда (продолжение)</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в спектральном анализе временного ряда методом ДПФ.
9	<b>Экстраполяция и интерполяция значений временных рядов</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки в экстраполяции и интерполяции значений временных рядов.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Фрейман В.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2021.-114с.ISBN 978-5-398-02542-2	<a href="https://e.lanbook.com/book/239828">https://e.lanbook.com/book/239828</a> (дата обращения:02.02.2024).- Текст электронный.
2	Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. Новосибирский государственный технический университет, 2018.- 76с978-5-7782-3572-4	<a href="https://e.lanbook.com/book/118270">https://e.lanbook.com/book/118270</a> (дата обращения:02.02.2024).- Текст электронный.
3	Мальцева Н.С. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. Астраханский государственный технический университет,	<a href="https://e.lanbook.com/book/261188">https://e.lanbook.com/book/261188</a> (дата обращения:02.02.2024.- Текст электронный.

	2021.-92с. ISBN 978-5-89154-706-3	
4	Пасечников И. И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, 2019.- 156с. ISBN 978-5-00078-261-3	<a href="https://e.lanbook.com/book/137567">https://e.lanbook.com/book/137567</a> (дата обращения:02.02.2024.- Текст электронный.
5	Улахович Д. А. Введение в цифровую обработку сигналов: учебник. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023.- 436с. ISBN 978-5-9729-1128-8	<a href="https://e.lanbook.com/book/140606">https://e.lanbook.com/book/140606</a> (дата обращения: 02.02.2024)- Текст электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Официальный сайт РУТ (МИИТ) <https://www.miiit.ru/>
- Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/>
- ЭБС ibooks.ru <http://ibooks.ru/>
- ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/book/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- Microsoft Windows
- Microsoft Office

При организации обучения по дисциплине (модулю) с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, и т.п.

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



- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций.

Проектор для вывода изображения на экран для студентов, акустическая система, место для преподавателя оснащенное компьютером . Аудитория подключена к интернету РУТ( МИИТ).

- Учебная аудитория для проведения практических работ.

-персональные компьютеры

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Вычислительные системы, сети и  
информационная безопасность»

С.В. Малинский

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВССиИБ

Б.В. Желенков

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова