


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
СТИ НИТУ «МИСиС»


СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

 Глущенко А. И.
 «08» июня 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НИИ
 СТИ НИТУ «МИСиС»

 Кожухов А. А.
 «08» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Сигналы и спектры

Закрепленная кафедра
 Учебный план

Автоматизированных и информационных систем управления
 на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки
 Направленность (профиль)
 ОПОП

09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами

Квалификация

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану 108

Форма контроля: *зачет*

в том числе:

аудиторные занятия 36

самостоятельная работа 72

Семестр(ы) изучения 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	III		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Контактная работа	36	36	36
Сам. работа	72	72	72
Итого:	108	108	108

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Рабочая программа разработана:

Полещенко Дмитрий Александрович
ФИО полностью

доцент, кандидат технических наук, доцент
а также уч.ст., уч.зв. – при наличии



подпись

Рабочая программа дисциплины «Сигналы и спектры»
разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки
09.06.01 Информатика и вычислительная техника
код, наименование

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от «02» декабря 2015 г. № 602 о. в.)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки
09.06.01 Информатика и вычислительная техника, Автоматизация и управление технологи-
ческими процессами и производствами
код и наименование направления подготовки (специальности), наименование направленности (профиля) ОПОП ВО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Автоматизированные и информационные системы управления»
наименование кафедры

Протокол от «08» июня 2020 г. № 05.

и.о. зав.
кафедрой АИСУ



подпись

А.И. Глущенко
И.О. Фамилия

«08» июня 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
И.о. зав. кафедрой АИСУ,
кандидат технических наук, доцент
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии



подпись

А.И. Глущенко
И.О. Фамилия

«08» июня 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Цели освоения дисциплины** заключаются в обеспечении аспирантов базовыми знаниями в области современных методов обработки и анализа экспериментальных данных с использованием программного и аппаратного обеспечения, характеризующегося цифровым представлением и численными методами обработки данных. Одна из основных целей состоит в обеспечении аспирантов практическими навыками в решении задач сбора, хранения и обработки информации в цифровом виде.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

1. Освоение студентами методического подхода и процедур, необходимых для обработки сложных сигналов с помощью современных методов анализа.
2. Ознакомить обучающихся с основами спектрального анализа.
3. Научить обучающихся работать в среде обработки данных LabView.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1 **Учебная дисциплина** входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части, является обязательной в ОПОП.

Курс «Сигналы и спектры» предназначен для подготовки исследователей (преподаватель-исследователь) и предусматривает изучение методов обработки информационных сигналов о ходе различных процессов. В том числе рассматривается широко используемый спектральный анализ.

2.2. **Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые при обучении в магистратуре:**

Знания:

- математики;

Умения:

- программирования на языках высокого уровня;

Навыки:

- установки программного обеспечения на ЭВМ.

2.3. **Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Интегрированные системы проектирования и управления;

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

УК-6.1 способность использовать знания фундаментальных наук для проведения научных исследований и преподавательской деятельности	
Знать:	физические основы процессов аналого-цифрового преобразования, выполняемого в соответствующих устройствах математические основания преобразований, выполняемых над сигналами, представленными в цифровой форме.
ОПК-1.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	
Знать:	математические основы аналого-цифровых преобразований непрерывных аналоговых сигналов.
Уметь:	излагать и критически анализировать основные положения теории аналого-цифровых преобразований и обработки цифровых сигналов, а также их практических возможностей; пользоваться теоретическими основами цифровой обработки сигналов и практическими навыками, полученными в ходе освоения дисциплины, для обработки и анализа оптических сигналов в рамках курсов по спектроскопии, лазерным и интерференционным измерениям, голографии и микроскопии.
Владеть:	методами математического описания алгоритмов преобразования цифровых сигналов.
ПК-1.1 владение теоретическими основами и методами системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации	
Знать:	ограничения, накладываемые на структуру и состав сигналов особенностями цифрового представления данных;
ПК-1.3 способность разрабатывать методы и алгоритмы решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации	
Знать:	основные методы и алгоритмы эффективного выполнения преобразований цифровых сигналов; области применения методов цифровой обработки сигналов и изображений.
Владеть:	практическими навыками реализации методов и устройств аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований и обработки цифровых сигналов;

	практическими навыками экспериментальной работы с устройствами аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.
ПК-1.6 знание теоретических и методологических основ построения сложных систем управления и принятия решений, способность разрабатывать и применять алгоритмы интеллектуализации	
Уметь:	выбирать и разрабатывать эффективные алгоритмы выделения в цифровых данных полезной информации для интеллектуализации конкретной задачи.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Таблица 1. Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа	Код компетенции	Формы текущего контроля успеваемости <i>(по темам)</i> Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>
			Л	ПЗ	ЛР			
1	Тема 1. Введение в теорию сигналов и систем .	1	2	4	-	10	ОПК-1.1 УК-6.1	Пр
2	Тема 2. Пространство и метрология сигналов	1	2	6	-	10	ПК-1.1	Пр
3	Тема 3. Динамическая форма отображения сигналов	1	2	-	-	11	ОПК-1.1 УК-6.1 ПК-1.1	
4	Тема 4. Спектральное представление сигналов	1	3	4	-	11	ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.6, ПК-1.3	Пр, ДЗ
5	Тема 5. Энергетические спектры сигналов	1	3	2	-	10	ОПК-1.1, ПК-1.6, ПК-1.3	Пр
6	Тема 6. Корреляция сигналов	1	3	2		10	ОПК-1.1, ПК-1.3, ПК-1.6,	Пр
7	Тема 7. Основы вейвлетного преобразования сигналов	1	3			10	ОПК-1.1, ПК-1.6, ПК-1.3	
ИТОГО			18	18	-	72		ЗАЧЕТ

Примечание: Условные обозначения: Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; ДЗ – домашнее задание.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Сигналы и спектры» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Учебным планом экзамен не предусмотрен

5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

5.2.1. Вопросы для текущего контроля успеваемости по дисциплине:

(ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.1, ПК-1.3)

1. Математическое описание сигналов.
2. Классификация сигналов. Типы сигналов.
3. Преобразования сигналов.
4. Тестовые сигналы.
5. Системы преобразования сигналов.
6. Линейные системы.
7. Понятие информации. Количественная мера информации. Информационная емкость сигналов.
8. Множества сигналов.
9. Линейное пространство сигналов.
10. Понятия мощности и энергии сигналов.
11. Шумы и помехи в сигналах.
12. Единичные импульсы.
13. Разложение сигналов по единичным импульсам.
14. Импульсный отклик линейной системы.
15. Свертка (конволюция) сигналов. Интеграл Дюамеля. Свойства свертки. Системы свертки.
16. Разложение сигналов по гармоническим функциям.
17. Непрерывные преобразования Фурье и Лапласа. Интеграл Фурье. Обобщенный ряд Фурье.
18. Свойства преобразований Фурье.
19. Теорема запаздывания. Преобразование свертки, производной, интеграла, произведения сигналов.
20. Спектры мощности. Равенство Парсеваля. Спектры типовых сигналов.
21. Мощность и энергия сигналов. Энергетические спектры сигналов.
22. Преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Частотно-временное оконное преобразование.
23. Принцип вейвлет-преобразования. Вейвлетный спектр.
24. Непрерывное вейвлет-преобразование.
25. Понятие масштаба ВП. Процедура преобразования. Обратное преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование.
26. Частотно-временная локализация вейвлет-анализа.
27. Образное представление преобразования.
28. Достоинства и недостатки вейвлетных преобразований. Практическое использование.
29. Базисные функции вейвлет-преобразования.
30. Определение вейвлета. Свойства вейвлета.
31. Отображение преобразования. Вейвлетные функции.
32. Свойства вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразование простых сигналов.
33. Принцип кратномасштабного анализа.
34. Дискретные ортогональные преобразования.
35. Вейвлет Хаара. Свойства преобразования. Математические основы кратномасштабного анализа.
36. Исходные условия. Масштабирующая функция. Базисный вейвлет. Разложение функций на вейвлетные ряды.
37. Вычисление вейвлетных рядов.
38. Быстрое вейвлет-преобразование. Принцип преобразования. Алгоритм Малла.
39. Реконструкция сигналов. Пакетные вейвлеты.
40. Фильтры дуальной декомпозиции и реконструкции сигналов.
41. Идеальные фильтры. Реальные фильтры.
42. Ортогональные и биортогональные вейвлеты. Коэффициенты вейвлета. Пример расчета. Вейвлет Добеши. Биортогональные вейвлеты.
43. Норма и метрика сигналов.
44. Скалярное произведение. Коэффициент корреляции сигналов.
45. Координатный базис пространства. Ортогональные сигналы.
46. Разложение сигнала в ряд.
47. Ортонормированные системы функций.
48. Скалярное произведение сигналов. Взаимный энергетический спектр.
49. Корреляционные и ковариационные функции сигналов.
50. Корреляционные функции финитных, периодических, дискретных и кодовых сигналов.
51. Взаимнокорреляционные функции сигналов.
52. Спектральные плотности корреляционных функций. Интервал корреляции сигнала.

В процессе изучения дисциплины «Сигналы и спектры» обучающийся должен выполнить и защитить:

5.2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ:

5.2.2.1. Практическая работа №1 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.1)

Тема: Создание виртуального прибора (ВП) преобразования °C в °F

Вопросы для защиты

Что называется виртуальным прибором?

В чем преимущество организации программы через концепцию виртуальных приборов?

Для чего создается иконка?

Особенности обработки данных в программах LabView?

5.2.2.2. Практическая работа №2 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.1)

Тема: Многократные повторения и циклы. Подсчет итераций

Вопросы для защиты

Какие виды циклов существуют в LabView?

Что такое сдвиговый регистр и для чего его используют?

В чем отличие в создании циклов for и while в LabView?

С какой целью используют циклы при обработке информации?

5.2.2.3. Практическая работа №3 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.1)

Тема: ВП Работа с массивами

Вопросы для защиты

Перечислить функции работы с массивами и пояснить их параметрирование.

Особенности создания одномерного и двумерного массива в LabView.

Обозначение различных типов данных в LabView.

Обозначение различных структур данных в LabView.

5.2.2.4. Практическая работа №4 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.3, ПК-1.6-У1)

Тема: Работа с кластерами

Вопросы для защиты

Что такое кластер?

В чем отличие кластера от массива?

Перечислить функции работы с кластерами и пояснить их параметрирование.

В чем отличие работы Bundle от Bundle by Name?

5.2.2.5. Практическая работа №5 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.3-31,)

Теми: Вывод информации в графическом виде

Вопросы для защиты

Какие виды трендов существуют в LabView?

Каким образом реализуется алгоритм «бегущее среднее»?

Использование автоиндексации при создании и работы с массивами.

Параметрирование трендов в LabView.

5.2.2.6. Практическая работа №6 (ОПК-1.1, ПК-1.3, ПК-1.6-У1)

Тема: Анализ и сохранение сигнала

Вопросы для защиты

Особенности сохранения данных в LabView.

Обработка сигналов с помощью экспресс-ВП в LabView.

Фильтрация данных с помощью экспресс-ВП в LabView.

Параметрирование экспресс-ВП в LabView для симуляции сигналов.

5.2.3. Домашнее задание 1 (ОПК-1.1, УК-6.1, ПК-1.3-31)

Тема: Спектральный анализ составного гармонического сигнала.

Задание:

1. Определить частоты гармоник в спектре составного сигнала согласно варианта.
2. Изменить величину дисперсии шума до 5 и 10 и снять график спектра.
3. Изменить частоту и амплитуду одного из сигналов в два раза и снять график спектра.

Вопросы для защиты

1. Что называется спектром сигнала?
2. В чем преимущество спектрального анализа над амплитудным?
3. В чем отличие спектрального от вейвлет преобразования сигнала?
4. Проблематика спектрального анализ?

5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Учебным планом экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине

В семестре 1 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 1: выполнения шести практических работ и домашнего задания (вариативно).

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
Зачтено	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
Зачтено	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
Не зачтено	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
Зачтено	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
Зачтено	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
Не зачтено	не способен правильно выполнить задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Н.В. Грунто-вич	Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Минск : Новое знание, 2017
Л 1.2	Колобов, А.Б.	Вибродиагностика: теория и практика	ЭБС: Университетская Библиотека Онлайн [сайт]. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564304	Вологда : Инфра-Инженерия, 2019
Л 1.3	Левин, В.Е.	Вибродиагностика машин и механизмов	ЭБС: Университетская Библиотека Онлайн [сайт]. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228972	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010
Л 1.4	Кириллова, Е.А.	Методы спектрального анализа	ЭБС: Университетская Библиотека Онлайн [сайт]. — URL:	Оренбург : Оренбургский

			http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258856	государственный университет, 2013
--	--	--	---	-----------------------------------

б) Дополнительная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов	Обеспечение надежности сложных технических систем	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	СПб. : Лань, 2011
Л 2.2	В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин	Испытание, контроль и диагностика металлообрабатывающих станков	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол : "ТНТ", 2011
Л 2.3	Джиган, В.И.	Адаптивная фильтрация сигналов	ЭБС: Университетская Библиотека Онлайн [сайт]. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233460	Москва : Техносфера, 2013

в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины

Обо- значе- ние	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Перечень методических материалов				
Л 3.1	О.Н. Основина	Диагностика и надежность авто- матизированных систем	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол : СТИ НИТУ МИСиС, 2010
Л 3.2	О.Н. Основина	Надежность авто- матизированных систем. Diagnos- тика и надеж- ность автоматизи- рованных систем	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол, СТИ НИТУ МИСиС, 2014
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	https://www.ni.com/ru-ru/shop.html			
Перечень программного обеспечения				
П. 1	Microsoft Windows			
П. 2	Microsoft office			
П. 3	Kaspersky Endpoint Security			
П. 4	LabView			
Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И. 1	- LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387 о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном про- цессе ЭОР») https://lms.misis.ru/			
И. 2	- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/			
И. 3	- Федеральный портал «Российское образование»: http://edu.ru			
И. 4	- Открытое образование: http://openedu.ru			
И. 5	- Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru			
И. 6	- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru			
И. 7	- Электронная библиотека НИТУ «МИСиС»: http://elibrary.misis.ru			
И. 8	- Университетская информационная система РОССИЯ: https://uisrussia.msu.ru/			
И. 9	- Электронная библиотека РГБ: диссертации: http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/			
И. 10	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И. 11	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			
И. 12	- наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория № 408 - Лаборатория системного программирования

1. Персональный компьютер - 9 шт.
2. Экран - 1шт
3. Усилитель-распределитель
4. Проектор
5. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся

Аудитория № 306 - Кабинет для самостоятельной работы

1. Проектор
2. Доска
3. Экран настенный
4. Компьютер – 6 шт
5. Комплект учебной мебели на 20 человек

В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Сигналы и спектры» обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
6. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.