

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Прием, анализ и обработка сигналов

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.10 Прием, анализ и обработка сигналов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-3: Способен собирать и анализировать информацию при проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.1: Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, участвует в составлении конкурентоспособных вариантов технических решений ПКР-3.2: Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	ПКР-3.1: Знает средства сбора данных для проектирования. Умеет анализировать данные для проектирования, Владеет технологиями составления конкурентоспособных вариантов технических решений ПКР-3.2: Знает средства сбора данных для проектирования. Умеет анализировать данные для разделов предпроектной документации. Владеет технологиями составления конкурентоспособных вариантов технических решений.	Индивидуальное устное собеседование	Зачёт: Тест Экзамен: Контрольные вопросы
ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности	ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации	ПКР-4.1: Знает методы приёма, анализа и обработки сигналов. Умеет применять технологии приёма, анализа и обработки сигналов при проведении проектных работ.	Индивидуальное устное собеседование	Зачёт: Тест Экзамен: Контрольные вопросы

	<p>ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования</p>	<p>Владеет технологиями проектировании объектов профессиональной деятельности.</p> <p>ПКР-4.2: Знает методы приёма, анализа и обработки сигналов. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации..</p> <p>ПКР-4.3: Знает инструментальные средства компьютерного моделирования. Умеет пользоваться средствами компьютерного моделирования для решения исследовательских и профессиональных задач. Владеет языками и системами программирования; навыками использования современного оборудования.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	6	6
Часов по учебному плану	216	216
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	30
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	26
- КСР	3	3

самостоятельная работа	113	121
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего					
	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О
1. Дискретные сигналы и системы, их описание во временной и частотной областях	30	29	6	6	6	4	12	10	18	19
2. Анализ и проектирование цифровых фильтров	26	25	4	2	4	4	8	6	18	19
3. Классические методы спектрального оценивания	28	29	5	5	5	4	10	9	18	20
4. Параметрические методы спектрального оценивания	28	29	5	5	5	4	10	9	18	20
5. Методы частотно-временного анализа	34	34	8	8	8	6	16	14	18	20
6. Основы адаптивной фильтрации	31	31	4	4	4	4	8	8	23	23
Аттестация	36	36								
КСР	3	3					3	3		
Итого	216	216	32	30	32	26	67	59	113	121

Содержание разделов и тем дисциплины

- 1) Дискретные сигналы и их описание.
- 2) Дискретные линейные системы с постоянными параметрами и их характеристики
- 3) Представление дискретных сигналов и систем в частотной области.
- 4) Линейные разностные уравнения.
- 5) Дискретизация сигналов.
- 6) Дискретное преобразование Фурье.
- 7) Z-преобразование.
- 8) Передаточная (системная) функция.
- 9) Частотные и временные характеристики цифровых фильтров.
- 10) КИХ и БИХ - фильтры.
- 11) Расчет БИХ - фильтров. Методы инвариантности импульсной характеристики и билинейного преобразования.
- 12) Расчет КИХ - фильтров с линейной ФЧХ. Методы взвешивания и частотной выборки. Расчет оптимальных КИХ – фильтров с минимаксной ошибкой.
- 13) Спектральные представления сигналов непрерывного и дискретного времени.
- 14) Спектральные представления случайных процессов Спектральная плотность мощности.

- 15) Коррело-граммный метод оценки СПМ.
- 16) Периодограммный метод оценки СПМ.
- 17) Использование окон при спектральных измерениях.
- 18) Частотное разрешение и произведение “устойчивость * длительность * ширина полосы”.
- 19) Модели авторегрессии (АР), скользящего среднего (СС) и авторегрессии-скользящего среднего (АРСС).
- 20) Спектральное оценивание по методу Юла-Уолкера.
- 21) Гармонический алго-ритм (Берга).
- 22) Ковариационный алгоритм.
- 23) Модифицированный ковариационный алгоритм.
- 24) Моделирование выборочных данных суммой экспоненциальных функций.
- 25) Модифицирован-ный метод наименьших квадратов Прони.
- 26) Модели, основанные на анализе собственных значений автокорреляционной матрицы
- 27) Простые и сложные сигналы. База сигнала.
- 28) Обобщенная функция корреляции и Функция неопределенности.
- 29) Текущий спектр. Оконное преобразование Фурье.
- 30) Распределение Вигнера-Вилля.
- 31) Локализация энергии в плоскости частота-время
- 32) Перекрестные члены частотно-временных распределений и методы борьбы с ними.
- 33) Распределение Цзуи-Уильямса.
- 34) Применение вейвлетов для время –частотного анализа
- 35) Адаптивные системы, примеры адаптивных систем.
- 36) Градиентные адаптивные алгоритмы. Разновидности градиентных алгоритмов.
- 37) Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов.
- 38) Адаптивный линейный сумматор и его применение.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Кривошеев; Федеральное агентство по образованию, Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского государственного университета, 2006. - 231с

Кривошеев В.И. Современные методы цифровой обработки сигналов (цифровой спектральный анализ).

Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Современные системы мобильной цифровой связи, проблемы помехозащищенности и защиты информации». Нижний Новгород, 2006. 117 с.

http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/Krivosheev_Book_DSA.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПКР-3:

1. Дискретные сигналы (последовательности) и их представление
2. Дискретные линейные системы с постоянными параметрами (ДЛПП-системы) и их описание: во временной области (импульсная характеристика); на основе линейных разностных уравнений (РУ)
3. Дискретные линейные системы с постоянными параметрами (ДЛПП-системы) и их описание: в частотной области (частотная характеристика); в комплексной z -плоскости (передаточная характеристика)
4. Связь различных характеристик ДЛПП-системы между собой и примеры их вычисления
5. Устойчивость и физическая реализуемость ДЛПП-системы
6. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ) и его свойства
7. Дискретизация сигналов непрерывного времени. Теорема отсчетов для видео- и радиосигналов
8. Частотно-временные деформации дискретного сигнала: уменьшение частоты дискретизации в целое число раз (прореживание, децимация); увеличение частоты дискретизации в целое число раз (интерполяция)
9. Z -преобразование (прямое и обратное): свойства прямого z -преобразования; область сходимости
10. Z -преобразование (прямое и обратное): решение разностных уравнений с помощью z -преобразования
11. Z -преобразование (прямое и обратное): передаточная (системная) функция

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

- Примеры КИХ-фильтров первого и второго порядков. Их частотные и временные характеристики
- Примеры БИХ-фильтров первого и второго порядков. Их частотные и временные характеристики
- Основные структурные схемы при построении БИХ-фильтров
- Основные структурные схемы при построении КИХ-фильтров
- Расчет БИХ-фильтров по методу инвариантности импульсной характеристики
- Расчет БИХ-фильтров стандартных типов методом билинейного преобразования
- Методы расчета КИХ-фильтров с линейной ФЧХ

Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше

		предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-3

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k)$$

1. Выражение , где $x(n)$ и $y(n)$ – входной и выходной сигналы системы, $h(n)$ – импульсная характеристика системы, справедливо для:

1. дискретных инвариантных с сдвигу систем (в том числе и нелинейных)
2. дискретных линейных систем
3. дискретных линейных систем с постоянными во времени параметрами
4. дискретных систем (в том числе и нелинейных)

2. Является ли устойчивой система с импульсной характеристикой $h(n)=u(n)-u(n-N)$, где $u(n)=\begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases}$, а N – конечное целое число ?

1. нет
2. да, только если $N \geq 0$
3. нет, только если $N \geq 0$
4. да

3. Импульсной характеристикой дискретной линейной системы с постоянными параметрами называется:

1. отклик системы на единичную ступенчатую последовательность, поданную на вход
2. отклик системы на единичный импульс, поданный на вход
3. отклик системы на входной сигнал в виде прямоугольного импульса
4. зависимость амплитуды импульса на выходе цепи от амплитуды единичного импульса на входе

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

ТЕСТ 1

1. Какая форма (структура) построения фильтра не применяется при построении БИХ-фильтров ?

1. каскадная форма
2. параллельная форма
3. структура на основе быстрой свёртки
4. прямая форма

2. В соответствии с каким критерием обычно производится выбор оконной функции при расчёте КИХ-фильтров с помощью метода взвешивания ?

1. главный лепесток частотной характеристики окна должен содержать почти всю энергию окна
2. боковые лепестки частотной характеристики окна должны быстро затухать
3. ширина главного лепестка частотной характеристики окна должна быть малой
4. важны все три вышеперечисленных критерия

3. Какое преимущество имеют КИХ-фильтры перед БИХ-фильтрами ?

1. КИХ-фильтр требует меньшего количества вычислительных ресурсов по сравнению с БИХ-фильтром в случае одинаковых типовых требований к АЧХ
2. КИХ-фильтр, в отличие от БИХ-фильтра, может обеспечить строго линейную ФЧХ во всём диапазоне частот
3. КИХ-фильтр, в отличие от БИХ-фильтра, всегда будет физически реализуемым
4. справедливы варианты 2 и 3

4. Влияние квантования параметров цифрового фильтра на отклонение характеристик фильтра от расчётных может быть уменьшено

1. только с помощью повышения порядка фильтра
2. только с помощью подбора формы реализации фильтра
3. только с помощью уменьшения шага квантования параметров
4. как с помощью уменьшения шага квантования параметров, так и с помощью подбора формы реализации фильтра

5. Каким образом можно увеличить детализацию спектра цифрового сигнала (увеличение количества отсчётов в спектральной области при сохранении ширины спектра цифрового сигнала) при спектральном анализе с помощью ДПФ ?

1. увеличением количества отсчётов сигнала за счёт повышения частоты дискретизации при сохранении длительности наблюдаемого отрезка сигнала
2. с помощью децимации сигнала перед вычислением ДПФ
3. с помощью интерполяции сигнала перед вычислением ДПФ
4. увеличением количества отсчётов сигнала путём дополнения сигнала нулевыми отсчётами

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина,

Оценка	Критерии оценивания
	сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-3

1. Дискретные сигналы (последовательности) и их представление
2. Дискретные линейные системы с постоянными параметрами (ДЛПП-системы) и их описание: во временной области (импульсная характеристика); на основе линейных разностных уравнений (РУ)
3. Дискретные линейные системы с постоянными параметрами (ДЛПП-системы) и их описание: в частотной области (частотная характеристика); в комплексной z -плоскости (передаточная характеристика)
4. Связь различных характеристик ДЛПП-системы между собой и примеры их вычисления
5. Устойчивость и физическая реализуемость ДЛПП-системы
6. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ) и его свойства
7. Дискретизация сигналов непрерывного времени. Теорема отсчетов для видео- и радиосигналов
8. Частотно-временные деформации дискретного сигнала: уменьшение частоты дискретизации в целое число раз (прореживание, децимация); увеличение частоты дискретизации в целое число раз (интерполяция)
9. Z -преобразование (прямое и обратное): свойства прямого z -преобразования; область сходимости
10. Z -преобразование (прямое и обратное): решение разностных уравнений с помощью z -преобразования
11. Z -преобразование (прямое и обратное): передаточная (системная) функция
12. Спектральные представления детерминированных сигналов непрерывного и дискретного времени
13. Спектральные представления случайных стационарных сигналов непрерывного и дискретного времени
14. Периодограммный метод оценки спектральной плотности мощности стационарных случайных сигналов непрерывного и дискретного времени
15. Коррелограммный метод оценки спектральной плотности мощности стационарных случайных сигналов непрерывного и дискретного времени
16. Модель авторегрессии случайных сигналов дискретного времени и свойства ее спектра
17. Метод оценки спектральной плотности мощности Юла-Уолкера
18. Метод оценки спектральной плотности мощности Берга
19. Ковариационный метод оценки спектральной плотности мощности
20. Модифицированный ковариационный метод оценки спектральной плотности мощности
21. Оценка спектральной плотности мощности на основе модели Прони
22. Обобщенная функция корреляции и Функция неопределенности в контексте частотно-временного анализа
23. Основные понятия частотно-временного анализа: текущий спектр, оконное преобразование Фурье (скользящий спектр), спектрально-временная плотность энергии (мгновенный спектр).
24. Распределение Вигнера-Вилля и его свойства. Его достоинства и недостатки
25. Локализация энергии в плоскости частота-время для распределения Вигнера-Вилля
26. Перекрестные члены частотно-временных распределений и методы борьбы с ними. Распределение Цзуй-Уильямса
27. Непрерывное вейвлет-преобразование. Примеры базисных функций вейвлет-преобразования и их свойства
28. Свойства вейвлет-преобразования. Частотно-временная локализация вейвлет-преобразования. Способы

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

- Примеры КИХ-фильтров первого и второго порядков. Их частотные и временные характеристики
- Примеры БИХ-фильтров первого и второго порядков. Их частотные и временные характеристики
- Основные структурные схемы при построении БИХ-фильтров
- Основные структурные схемы при построении КИХ-фильтров
- Расчет БИХ-фильтров по методу инвариантности импульсной характеристики
- Расчет БИХ-фильтров стандартных типов методом билинейного преобразования
- Методы расчета КИХ-фильтров с линейной ФЧХ
- Примеры адаптивных радиоэлектронных систем. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.
- Градиентные адаптивные алгоритмы.
- Разновидности градиентных алгоритмов.
- Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов.
- Применение адаптивного линейного сумматора. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Цифровая обработка сигналов / Оппенгейм А., Шафер Р. - Москва : Техносфера, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645438&idb=0>.
2. Методы спектрального оценивания случайных процессов / Шахтарин Б.И., Ковригин В.А. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2011., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=646161&idb=0>.
3. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW : учебное пособие / Федосов В.П.; Нестеренко А.К. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 470 с. - ISBN 978-5-89818-396-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=878956&idb=0>.
4. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB / Смоленцев Н.К. - Москва : ДМК-пресс, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=647147&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов : монография / Сато Ю. - Москва : ДМК-пресс, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-97060-430-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868802&idb=0>.
2. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / Джиган В.И. - Москва : Техносфера, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645401&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows
 Пакет прикладных программ Microsoft Office
 Правовая система «Консультант плюс»
 Среда визуального программирования LabView
 Математический пакет MATLAB
 Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>
 Известия вузов «Радиоэлектроника», <https://re.eltech.ru/jour#>
<http://электротехнический-портал.рф/kniga.html>
 Силовая электроника, <http://www.multikonelectronics.com>
 Интернет-ресурс <http://www.dsp-book.narod.ru>

Профессиональные базы данных

Радиотехнический сайт https://radiotract.ru/link_sprav.html [30.10.19]

Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника
[26.10.19]

Список сайтов по радиоэлектронике <http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html> [26.10.19]

Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

База данных ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru/> [26.10.19]

База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]

Информационные справочные системы

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Ястребов Игорь Павлович, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.