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 ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ПРИЕМ, АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.01), ориентирована на подготовку выпускников к решению эксплуатационного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-5, определяемое индикаторами ПК-5.1, 5.2.

Формирование компетенции ПК-5 начато в ходе освоения дисциплины Электрорадиотехнические цепи и устройства приёма и передачи сигналов (5.1, 5.2), Линии передачи электроэнергии и сигналов (ПК-5.1, 5.2), будет продолжено при освоении дисциплины Технологии производства и эксплуатации радиотехнических систем (ПК-5.2) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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**	
ПК-5. Способен участвовать в эксплуатации устройств генерирования, формирования, передачи, приёма, обработки и анализа радиосигналов	ПК-5.1. Демонстрирует знание и способности практического применения теории радиотехнических цепей и сигналов, линий передачи и резонаторов. ПК-5.2. Показывает понимание принципов работы и способности использования устройств генерирования, формирования, передачи, приёма, анализа и обработки радиосигналов.	Знает фундаментальные и прикладные основы адаптивных радиоэлектронных систем приёма, анализа и обработки сигналов; принципы и проблемы построения средств приёма, анализа и обработки сигналов. Умеет применять знания принципов построения и вариантов усовершенствования средств приёма, анализа и обработки сигналов в выборе рациональных системотехнических решений. Владеет навыком выбора рационального системотехнического решения построения средств приёма, анализа и обработки сигналов, удовлетворяющих заданным требованиям.	Вопросы к экзамену, Вопросы для зачёта, Задания практических занятий

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	59 28 28 3
самостоятельная работа	85
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная
1. Методы оптимизации и адаптации	22	4	6		10	12
2. Градиентные адаптивные алгоритмы	22	4	4		8	14
3. Применение адаптивного линейного сумматора	22	5	4		9	13
4. Многоканальный компенсатор комплексных сигналов	22	5	4		9	13
5. Структуры декоррелятора и компенсатора помехи, синтезированные на основе степенного базиса	27	5	4		9	18
6. Адаптивные антенные решётки	26	5	6		11	15
КСР	3				3	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	28	28		59	85

1) Методы оптимизации и адаптации. Примеры адаптивных радиоэлектронных систем.

2) Градиентные адаптивные алгоритмы. Разновидности градиентных алгоритмов. Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов.

3) Применение адаптивного линейного сумматора. Уравнение Винера-Хопфа. Декорреляция сигнала ошибки и входных сигналов.

4) Многоканальный компенсатор комплексных сигналов. Основное уравнение. Декоррелятор Грама-Шмидта.

5) Структуры декоррелятора и компенсатора помехи, синтезированные на основе степенного базиса.

6) Адаптивные антенные решётки. Метод прямого обращения корреляционной матрицы. Регуляризация весового вектора в базисе степенных векторов.

Общие принципы работы и использование устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт, экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**Неудовлетворительно**	**Удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	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 ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Не-	При решении стандартных задач не про-	Продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения,	Продемонстрированы все основные умения.

	возможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	демонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	Отсутствие владения материалом. 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 недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	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»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Вопросы к экзамену

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Методы оптимизации и адаптации. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
2) Примеры адаптивных радиоэлектронных систем. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
3) Градиентные адаптивные алгоритмы.	ПК-5
4) Разновидности градиентных алгоритмов.	ПК-5
5) Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов.	ПК-5
6) Применение адаптивного линейного сумматора. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
7) Уравнение Винера-Хопфа.	ПК-5
8) Декорреляция сигнала ошибки и входных сигналов. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
9) Многоканальный компенсатор комплексных сигналов. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
10) Основное уравнение.	ПК-5
11) Декоррелятор Грама-Шмидта. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
12) Корреляционная матрица шума, принимаемого антенной решёткой.	ПК-5
13) Структура декоррелятора, синтезированная на основе степенного базиса.	ПК-5
14) Структура компенсатора помехи, синтезированная на основе степенного базиса. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
15) Как определить оптимальный весовой вектор для адаптивной антенной решётки?	ПК-5
16) Адаптивный линейный сумматор и уравнение Винера-Хопфа.	ПК-5
17) Адаптивные антенные решётки.	ПК-5
18) Метод прямого обращения корреляционной матрицы.	ПК-5
19) Регуляризация весового вектора в базисе степенных векторов.	ПК-5
20) Градиентные алгоритмы оптимизации, условия сходимости.	ПК-5
21) Представление оптимального весового вектора в базисе степенных векторов.	ПК-5
22) Компенсатор помехи, коэффициент подавления помехи. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
23) Методы регуляризации в задачах адаптивной компенсации помех.	ПК-5
24) Ослабление сигнала в свободном пространстве. Дальность радиосвязи в свободном пространстве. Какие параметры системы связи оказывают влияние на дальность связи.	ПК-5
25) Дальность радиосвязи с учётом отражения сигнала от земной поверхности.	ПК-5
26) Многолучевое распространение сигнала в канале связи. Замирания сигнала с функцией плотности вероятности Релея.	ПК-5
27) Влияние мобильности абонента на спектр релеевских замираний.	ПК-5

Спектр Джейкса	
28) Импульсная характеристика многолучевого канала. Временная дисперсия сигнала.	ПК-5
29) Разнесённый приём, как средство борьбы с замираниями сигнала.	ПК-5
30) Частотная передаточная функция канала. Функция частотной когерентности.	ПК-5
31) Угловая дисперсия сигнала. Гауссова модель канала связи.	ПК-5
32) Пространственная корреляция сигнала.	ПК-5
33) Оценивание импульсной характеристики однолучевого канала	ПК-5
34) Оценивание импульсной характеристики многолучевого канала.	ПК-5
35) Оценивание длины импульсной характеристики многолучевого канала.	ПК-5
36) Оценивание частотной передаточной функции канала в OFDM системах связи	ПК-5
37) Битовые ошибки передачи информации через многолучевой канал с релеевскими замираниями.	ПК-5
38) Битовые ошибки при разнесённом приёме в релеевском канале.	ПК-5

5.2.2. Вопросы для зачёта для оценки компетенции ПК-5

Вопросы	Код формируемой компетенции
1.Методы оптимизации и адаптации.	ПК-5
2.Принципы работы устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	
3.Примеры адаптивных радиоэлектронных систем.	ПК-5
4.Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	
5.Градиентные адаптивные алгоритмы.	ПК-5
6.Разновидности градиентных алгоритмов.	ПК-5
7.Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов.	ПК-5
8.Применение адаптивного линейного сумматора.	ПК-5
9.Уравнение Винера-Хопфа.	ПК-5
10. Декорреляция сигнала ошибки и входных сигналов.	ПК-5
11. Многоканальный компенсатор комплексных сигналов. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.	ПК-5
12. Основное уравнение.	ПК-5

5.2.3. Задания практических занятий для оценки компетенции ПК-5

1) Методы оптимизации и адаптации.
2) Адаптивные радиоэлектронные системы. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.
3) Градиентные адаптивные алгоритмы. Разновидности градиентных алгоритмов.
4) Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.
5) Применение адаптивного линейного сумматора.
6) Уравнение Винера-Хопфа.
7) Декорреляция сигнала ошибки и входных сигналов.
8) Основное уравнение. Декоррелятор Грама-Шмидта.
9) Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.
10) Корреляционная матрица шума, принимаемого антенной решёткой.

11) Структура декоррелятора, синтезированная на основе степенного базиса.
12) Структура компенсатора помехи, синтезированная на основе степенного базиса. Принципы использования устройств приёма, анализа и обработки радиосигналов.
13) Метод прямого обращения корреляционной матрицы.
14) Регуляризация весового вектора в базисе степенных векторов.
15) Градиентные алгоритмы оптимизации, условия сходимости.
16) Представление оптимального весового вектора в базисе степенных векторов.
17) Методы регуляризации в задачах адаптивной компенсации помех**.**
18) Понятие отношения мощности сигнала к средней мощности шума.
19) Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов в свободном пространстве
20) Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления.
21) Зависимость мощности принятого сигнала от расстояния.
22) К каким радиофизическим эффектам приводит многолучевое распространение сигнала?
23) Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса.
24) Частотная дисперсия сигнала, обусловленная мобильностью абонента.
25) Эффект Доплера.
26) Импульсная характеристика и частотная передаточная функция канала.
27) Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.
28) Пропускная способность каналов. Теорема Шеннона.
29) Разнесённый приём. Различные виды разнесения.
30) RAKE-приёмник в CDMA-системе.
31) Вероятность битовой ошибки в релеевском канале.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Федосов В.П. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2017. - ISBN 978-5-9275-2481-5 –
Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927524815.html [29.09.2019]
2. Лузин В.И. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2014. – 316 с. - ISBN 978-5-321-01961-0 –
Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785321019610.html [29.09.2019]
3. Колосовский Е.А. Устройства приёма и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 456 с. - ISBN 978-5-9912-0265-7 –
Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202657.html [29.09.2019]

б) дополнительная литература:

1. Киселев Д.Н. Радиомониторинг и распознавание радиоизлучений [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. / О.Ю. Перфилов, Д.Н. Киселев. – М.: Горячая линия - Телеком, 2015. – 90 с. - ISBN 978-5-9912-0490-3 –
Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204903.html [29.09.2019]
2. Шахтарин Б.И. Обнаружение сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - 3-е изд., испр. – М.: Горячая линия - Телеком, 2015. – 464 с. - ISBN 978-5-9912-0395-1
Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203951.html [29.09.2019]

в) программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

– Операционная система Microsoft Windows
– Пакет прикладных программ Microsoft Office
– Правовая система «Консультант плюс»
– Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором
– KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем
– Браузер Google Chrome

г) 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
– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– 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 ВИНИТИ 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]
– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (мультимедиа-проектор, экран, ноутбук).

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: д.ф.-м.н., старший научный сотрудник М.И. Агафонов

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.