МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Статистическая радиофизика

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика
Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

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

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

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Масленникова Ю.С. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), yuliamsl@gmail.com ; старший научный сотрудник, к.н. (доцент) Сулимов А.И. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства киберфизических систем, IoT и IoE, Институт физики), Amir.Sulimov@kpfu.ru ; Нугманов Ильдус Салихович

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- области применения разделов модуля 'Статистическая радиофизика',
- методы анализа случайных процессов в задачах радиофизики, радиотехники и электроники,
- оптимальные методы приема и обработки случайных сигналов,
- оптимальные методы оценки информационных параметров сигнала,
- основные положения теории информации и теории связи,
- роль модуля 'Статистическая радиофизика' в структуре современных информационных технологий.

Должен уметь:

- применять на практике знания, полученные по курсу "Статистическая радиофизика",
- применять вероятностный подход к смежным дисциплинам,
- самостоятельно приобретать новые знания в области обработки сигналов.

Должен владеть:

- математическим аппаратом для самостоятельной разработки новых моделей при радиофизических исследованиях,
- методами радиофизических измерений,
- статистическими методами приема, обработки и передачи информационных сигналов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- решать задачи, связанные с анализом систем, подверженных влиянию случайных факторов (шумов, изменчивости канала связи, случайных процессов в системе и пр.),
- составлять математические модели анализируемых систем, а также использовать эти модели для количественной оценки параметров систем,
- предлагать исследовательские подходы при изучении радиофизических систем,
- разрабатывать новые технические решения в области статистической радиотехники,
- применять современные информационные технологии.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.29 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Квантовая и СВЧ электроника)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 45 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Случайные сигналы и методы их описания.	7	10	0	0	0	12	0	8
2.	Тема 2. Математические модели случайных процессов.	7	4	0	0	0	8	0	6
3.	Тема 3. Математические модели случайных процессов.	7	4	0	0	0	4	0	4
4.	Тема 4. Математические модели случайных процессов.	7	2	0	0	0	4	0	2
5.	Тема 5. Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи	7	4	0	0	0	4	0	2
6.	Тема 6. Обнаружение сигнала в присутствии шумов.	7	12	0	0	0	18	0	4
7.	Тема 7. Оценка параметров сигнала в присутствии шумов.	7	4	0	0	0	4	0	4
8.	Тема 8. Дискретизация и квантование сигналов.	7	2	0	0	0	0	0	3
9.	Тема 9. Мера информации. Кодирование источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.	7	4	0	0	0	0	0	4
10.	Тема 10. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.	7	4	0	0	0	0	0	4
11.	Тема 11. Принципы помехоустойчивого кодирования. Систематические коды. Циклические коды.	7	4	0	0	0	0	0	4
	Итого		54	0	0	0	54	0	45

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Случайные сигналы и методы их описания.

Определение и классификация случайных процессов и сигналов. Многомерные функции распределения и плотности вероятности. Моментные, характеристические и кумулянтные функции. Ковариационная и корреляционная функции. Стационарность случайных процессов в узком и широком смыслах. Свойства автоковариационной и автокорреляционной функций. Интервал корреляции. Эргодические случайные процессы. Критерии эргодичности. Экспериментальное определение одномерной плотности вероятности эргодического процесса. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование случайных процессов. Спектральный анализ случайных процессов. Ширина энергетического спектра.

Тема 2. Математические модели случайных процессов.

Математические модели случайных процессов. Детерминированный процесс как случайный процесс (одномерная и многомерная плотности вероятности, автокорреляционная функция). Белый шум (автокорреляционная функция, спектральная плотность мощности). Гауссовские случайные процессы и их свойства. Каноническое разложение случайного процесса. Квазидетерменированный случайный процесс.

Тема 3. Математические модели случайных процессов.

Сумма двух квазидетерминированных процессов. Проверка на стационарность в широком смысле, проверка на эргодичность (критерий Слуцкого), спектральная плотность, проверка на стационарность в узком смысле. Марковские случайные процессы Уравнение Маркова для непрерывных и дискретных процессов. Уравнение Фоккера-Планка. Винеровский случайный процесс.

Тема 4. Математические модели случайных процессов.

Узкополосный процесс. Автокорреляционная функция узкополосного процесса, автокорреляционная функция узкополосного процесса с симметричной спектральной плотностью, узкополосный процесс как гармоническое колебание со случайной амплитудой и случайной фазой, распределение амплитуды и фазы узкополосного случайного процесса.

Тема 5. Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи

Линейные и нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов. Линейные цепи и методы их анализа. Применение дифференциальных уравнений и импульсных и характеристик. Применение частотных характеристик. Нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов. Отклик типовых радиотехнических звеньев на белый шум.

Тема 6. Обнаружение сигнала в присутствии шумов.

Обнаружение и оценка параметров сигналов в присутствии шумов. Проверка статистических гипотез Критерии проверки двух альтернативных гипотез. статистические ошибки первого и второго родов, критерий обнаружения сигнала, правило разбиения выборочного пространства, критическое множество, статистика критерия обнаружения, правило принятия решения, порог, расчет вероятностей ошибок 1-го и 2-го родов по выборочному пространству и по статистике критерия. Байесовское семейство критериев (на примере задачи обнаружения полностью известного сигнала). Априорные сведения, матрица потерь, условный риск, средний риск. Критерии Байеса, критерий максимума апостериорной вероятности (идеальный наблюдатель), критерий максимума правдоподобия, критерий Неймана-Пирсона, минимаксный критерий. Рабочие характеристики приемника. Функционал правдоподобия. Оценка временного положения сигнала. Корреляционный приемник, согласованный фильтр.

Тема 7. Оценка параметров сигнала в присутствии шумов.

Оценка информационных параметров сигнала. Постановка задачи, критерий и уравнение синтеза оценки, интервальные оценки, точечные оценки и их свойства. Максимально правдоподобная оценка параметров сигнала. Преимущества критерия максимального правдоподобия (МП), максимизация корреляционного интеграла, неэнергетические параметры сигнала, уравнение синтеза оценки, сигнальная и шумовая функции. Предельная точность точечных оценок. Неравенство Рао-Крамера. Эффективные оценки. Влияние (сигнал/шум), профиля сигнальной функции и времени накопления сигнала на достижимую точность оценки. Предельная точность оценки начальной фазы и частоты гармонического сигнала.

Тема 8. Дискретизация и квантование сигналов.

Дискретизация случайных процессов, теорема Котельникова для случайных процессов, среднеквадратическая сходимость непрерывного и дискретизированного процессов. Квантование случайных процессов, принцип квантования сигналов, ошибка квантования как аддитивный белый шум, математическое ожидание и дисперсия шума квантования, (сигнал/шум) на выходе квантователя, роль разрядности квантователя.

Тема 9. Мера информации. Кодирование источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

Мера информации по Фишеру, по Хартли, по Шеннону. Энтропия дискретного ансамбля сообщений, энтропия непрерывного ансамбля сообщений, влияние точности измерений физических величин на количество информации. Максимальность энтропии дискретного и непрерывного ансамблей. Кодирование источника независимых сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

Тема 10. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.

Количество взаимной информации. Совместная энтропия произведения двух ансамблей сообщений, условная энтропия ансамблей, преобразования ансамбля сообщений при передаче по каналу связи, энтропийная диаграмма канала связи, формулы для вычисления взаимной информации, энтропийная диаграмма двух ансамблей сообщений, взаимная информация непрерывных ансамблей, взаимная информация двух гауссовских ансамблей. Канал связи. Пропускная способность и теорема Шеннона для канала без шумов, теорема Шеннона для канала с шумами. Теорема Шеннона о пропускной способности канала для сигнала и шума, ограниченных по мощности. Пропускная способность частотно-ограниченного канала связи.

Тема 11. Принципы помехоустойчивого кодирования. Систематические коды. Циклические коды.

Принципы помехоустойчивого кодирования. Линейные блочные коды. Систематическая форма кода.

Циклические коды. Порождающий полином, матрица кода, кодовое расстояние. Коды Хемминга. Обнаружение и исправление однократной ошибки. Процедура кодирования и декодирования сообщения, синдромы. Применение линейного сдвигового регистра с цепью обратной связи в задачах кодирования и декодирования сообщений.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

В.Н. Тихонов, В.Н. Харисов. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем - М.: Радио и связь, 2004 - http//WWW.bookinist.net

М. Вернер. Основы кодирования. М.: Техносфера, 2006 - http//www.technosphera.ru

Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. М.: Техносфера, 2006 - http//WWW.OZON.ru

Шахтарин Б. И. Обнаружение сигналов. М.: Гелиос АРВ,2006 - http//www.ozon.ru

Шахтарин Б. И. Случайные процессы в радиотехникет. М.: Гелиос АРВ,2006 - http//WWW.livelib.ru/book

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторному занятию студентам в часы самостоятельной работы необходимо: внимательно изучить методические указания к лабораторной работе, которую необходимо выполнить на предстоящем занятии; используя рекомендованную литературу и конспект лекций, усвоить основные теоретические сведения, методы и технику измерений по данной работе, подготовить ответы на контрольные вопросы; изучить лабораторную установку и измерительную аппаратуру, которая используется в данной работе; подготовить проект отчета по работе, отразив в нем наименование работы, её цель, схему лабораторной установки и заготовки таблиц для записи результатов экспериментальных исследований. Добросовестная подготовка к работе обеспечивает быстрое и качественное её выполнение, сокращает время на составление отчета. Вначале занятия преподаватель в ходе коллоквиума проверяет уровень теоретической подготовки студента, знание им лабораторной установки и вопросов методики и техники измерений. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются. В ходе выполнения лабораторной работы необходимо: 1. Строго соблюдать меры техники безопасности при работе с электроустановками и измерительными приборами. 2. Соблюдать порядок включения, выключения и эксплуатации измерительных приборов при проведении экспериментальных измерений. 3. Тщательно и точно выполнять измерения. 4. Аккуратно вести отчет по работе, записывая в него все экспериментальные данные, схемы, таблицы, графики, необходимые расчеты и выводы. После выполнения лабораторной работы каждый студент представляет для защиты отчет. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии со стандартом, и содержать наименование работы и её цель. В отчете приводятся номер и наименование проводимых экспериментов, таблицы с результатами измерений и графические зависимости. По каждому пункту проделанной работы делаются соответствующие выводы. Отчет по работе может быть подготовлен с помощью персонального компьютера.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	Следует отметить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.
экзамен	Подготовка студентов к экзамену включает три стадии: 1) самостоятельная работа в течение учебного семестра; 2) непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену; 3) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете. Подготовку к экзамену целесообразно начать с планирования и подбора источников литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на экзамен, тестовые попытки самостоятельного доказательства теорем и утверждений, вывода формул и основных математических положений из курса дисциплины. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные ресурсы памяти. Предложенная методика непосредственной подготовки к экзамену может быть и изменена. Так, для студентов, которые считают, что они усвоили программный материал в полном объеме и уверены в прочности своих знаний, достаточно беглого повторения учебного материала. Основное время они могут уделить углубленному изучению отдельных, наиболее сложных, дискуссионных проблем. Литература для подготовки к экзамену обычно рекомендуется преподавателем. Она также может быть указана в программе курса и учебно-методических пособиях. Однозначно сказать, каким именно учебником следует пользоваться для подготовки к экзамену, невозможно. Поэтому для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее трех учебников (учебных пособий). Студент сам вправе придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе, отличной от позиции преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Тем не менее, основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций. Учебный материал в лекции дается в систематизированном виде, основные его положения детализируются, подкрепляются современными фактами. Правильно составленный конспект лекций содержит тот оптимальный объем информации, на основе которого студент сможет представить себе весь учебный материал. Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других. Полезным подспорьем для подготовки к экзамену является общение с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "Квантовая и СВЧ электроника".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.29 Статистическая радиофизика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика
Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Ахманов, С. А. Статистическая радиофизика и оптика: учебное пособие / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 423 с. - ISBN 978-5-9221-1204-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/48263 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Березкин, Е. Ф. Основы теории информации и кодирования : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-4119-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/206384 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Семаков, С. Л. Элементы теории вероятностей и случайных процессов: учебное пособие / С. Л. Семаков. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 322 с. ISBN 978-5-9221-1345-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/5293 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бородин, А. Н. Случайные процессы : учебное пособие / А. Н. Бородин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 640 с. - ISBN 978-5-8114-1526-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/211268 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Аркашов, Н. С. Теория вероятностей и случайные процессы /Аркашов Н.С., Ковалевский А.П. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 238 с. - ISBN 978-5-7782-2382-0. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/546213 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Клюев, Л. Л. Теория электрической связи: учебник / Л.Л. Клюев. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 447 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011447-7. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/959934 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

2. Подлесный, С. А. Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-7638-2263-2. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/441113 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

3. Кельберт, М. Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах / М. Я. Кельберт, Ю. М. Сухов. - Москва: МЦНМО, [б. г.]. - Том 3: Теория информации и кодирования. - 2016. - 567 с. - ISBN 978-5-4439-2377-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/80125 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Лифшиц, М. А. Случайные процессы - от теории к практике : учебное пособие для вузов / М. А. Лифшиц. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 308 с. - ISBN 978-5-8114-9833-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/200411 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. - ISBN 978-5-7638-2740-8. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/492976 (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.29 Статистическая радиофизика

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.