

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  
\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Формирование сигналов и их оптимальная обработка

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика  
Профиль подготовки: Распределенные интеллектуальные системы  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## 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): Ишмуратов Р.А.

**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-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности;
ПК-2	Способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и законы электричества и магнетизма, физики колебаний и волн применительно к теории сигналов;
- основы общей и высшей математики, включая математический анализ, математическую статистику, методы математического моделирования применительно к теории сигналов;
- основы теории аналоговых и цифровых сигналов и их преобразование в аналоговых и цифровых системах;
- современные информационные технологии, прикладные программные пакеты и программирование.

Должен уметь:

- применять математические методы и модели для описания сигналов с целью их формирования для применения на практике;
- проводить всесторонний анализ сигналов, оценивать свойства и потенциальные возможности сигналов при их целевом использовании в радиосистемах различного назначения.
- применять оптимальные алгоритмы обработки сигналов;
- использовать современные информационные технологии применительно к теории сигналов.

Должен владеть:

- математическим аппаратом для проведения всестороннего анализа сигналов;
- навыками самостоятельной разработки новых моделей сигналов и выборе процедур оптимальной обработки сигналов;
- информационными технологиями моделирования сигналов и исследования их свойств;
- программными и аппаратными средствами реализации процедур преобразования и обработки сигналов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять математические методы и модели для описания сигналов с целью их формирования для применения на практике;
- проводить всесторонний анализ сигналов, оценивать свойства и потенциальные возможности сигналов при их целевом использовании в радиосистемах различного назначения.
- применять оптимальные алгоритмы обработки сигналов;
- использовать современные информационные технологии применительно к теории сигналов.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Распределенные интеллектуальные системы)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 84 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах	1	2	0	2	0	0	0	12
2.	Тема 2. Модулированные сигналы и их свойства	1	2	0	4	0	0	0	18
3.	Тема 3. Модуляция цифровых сигналов. Манипулированные сигналы	1	3	0	2	0	0	0	18
4.	Тема 4. Цифровые сигналы и оптимальная обработка сигналов	1	3	0	2	0	0	0	18
5.	Тема 5. Применение информационных технологий для моделирования и исследования свойств сигналов	1	2	0	2	0	0	0	18
	Итого		12	0	12	0	0	0	84

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах**

Понятие сигнала. Параметры сигнала. Математическое описание сигнала. Классификация сигналов. Виды сигналов. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Квадратурная и спектральная форма ряда Фурье. Их связь. Понятие спектра. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Синтез сигнала и эффект Гиббса. Комплексная форма ряда Фурье. Преобразование Фурье. Спектральная плотность основных типов сигналов. Комплексная частота и преобразование Лапласа. Геометрическая модель сигнала. Сигнал как вектор в пространстве ортогонального базиса. Комплексная огибающая. Преобразование сигналов. Линейные и нелинейные системы. Комплексный частотный коэффициент передачи. Фильтрация сигналов. Типы фильтров. Порядок фильтров. Линейные (частотные) и нелинейные искажения.

**Тема 2. Модулированные сигналы и их свойства**

Модулированные сигналы. Виды модуляции сигналов: АМ, ЧМ, ФМ. Квадратурная модуляция. Свойства модулированных сигналов различного типа. Формирование и детектирование модулированных сигналов. Модулированные импульсные последовательности: АИМ, ШИМ, ВИМ (ФИМ). Сигналы для передачи цифровых (бинарных) данных. Виды цифрового кодирования. Потенциальный код. Манчестерский код. Многопозиционное кодирование.

**Тема 3. Модуляция цифровых сигналов. Манипулированные сигналы**

Модуляция цифровых сигналов (манипуляция). Различные способы модуляции (манипуляция) цифровых сигналов для достижения оптимальных характеристик модулированных сигналов: AM (ASK), QAM, PSK, FSK, MSK, GMSK. Дифференциальная бинарная манипуляция.

Модулированные сигналы с расширенным спектром. Шумоподобные сигналы. Многомерная ортогональная модуляция. OFDM.

Функции Радемахера и понятие ортогонального базиса. Функции Уолша. Формирование сигналов в системах с кодовым разделением каналов.

#### **Тема 4. Цифровые сигналы и оптимальная обработка сигналов**

Цифровые сигналы и интерпретация термина в широком и узком (строгом) смысле. Дискретизация и квантование. Теорема Котельникова. Дискретное преобразование Фурье. Формула дискретной свертки. Нерекурсивный и рекурсивный фильтры.

Цифровой спектральный анализ и статистическая обработка временных рядов. Алгоритмы цифрового спектрального оценивания.

Вейвлет-преобразование. Понятие вейвлета. Применение вейвлет-преобразования для спектрального оценивания сигналов. Применение вейвлетов для цифровой фильтрации.

Корреляционный анализ. Понятие сложного сигнала. Оптимальный прием сигналов.

#### **Тема 5. Применение информационных технологий для моделирования и исследования свойств сигналов**

Математические прикладные пакеты. Моделирование в среде компьютерной математики MathCAD.

Моделирование в среде компьютерной математики MATLAB. Функции обработки и моделирования сигналов в прикладном программном пакете MATLAB.

Моделирование и реализация цифровой обработки сигналов в графических системах Simulink и LabVIEW.

#### **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 №14-55-99бин/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

Единое окно доступа к образовательным ресурсам электронной библиотеки - <http://window.edu.ru>

Научная электронная библиотека книг и журналов - <http://elibrary.ru>

Техническая библиотека - <http://www.techlibrary.ru>

#### **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)

- "Современная электроника" - научно-технический периодический журнал - <http://soel.ru>
- "Современные технологии автоматизации" - научно-технический периодический журнал - <http://cta.ru>
- Группа компаний Промэлектроника - Российский лидер электронных компонентов - <https://www.promelec.ru/>
- Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <http://matlab.exponenta.ru>

### 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.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>По дисциплине "Формирование сигналов и их оптимальная обработка" практические занятия проходят на базе компьютерного класса кафедры радиофизики. Перечень, описание и порядок выполнения всех возможных лабораторных и практических работ изложены в учебно-методических пособиях и методических указаниях.</p> <p>На первом, вводном занятии до студентов доводится содержание и календарный план проведения практикума, указывается число баллов, которое может набрать студент при выполнении лабораторного практикума в соответствии с действующей балльно-рейтинговой системой, проводится инструктаж по технике безопасности при выполнении работ с оформлением в соответствующем журнале. На этом занятии преподаватель выдает задания по лабораторным работам.</p> <p>Прежде чем приступить к работе, каждый студент должен сдать минимум по технике безопасности, ознакомиться с общими правилами работы в лаборатории и с порядком выполнения лабораторных работ. После получения задания студент обязан ознакомиться с литературой к работе и необходимой вычислительной техникой и приборами. После этого сдать преподавателю устный предварительный отчет. Преподаватель проверяет знания студентом теории и цели работы, методики ее проведения. После сдачи устного отчета студент допускается к проведению экспериментальной части работы.</p> <p>Результатом работы является отчет, состоящий из следующих разделов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задача.</li> <li>2. Теоретические предпосылки для ее решения.</li> <li>3. Блок-алгоритм решения.</li> <li>4. Код программы.</li> <li>5. Полученные результаты и их анализ.</li> </ol>
самостоятельная работа	<p>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.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>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.</p> <p>При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>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.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Подготовка студентов к зачету включает три стадии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) самостоятельная работа в течение учебного семестра;</li> <li>2) непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену/зачету;</li> <li>3) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в выбранном билете.</li> </ol> <p>Подготовку к экзамену/зачету целесообразно начать с планирования и подбора источников литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену/зачету, 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.</p> <p>Предложенная методика непосредственной подготовки к экзамену/зачету может быть и изменена. Так, для студентов, которые считают, что они усвоили программный материал в полном объеме и уверены в прочности своих знаний, достаточно быстрого повторения учебного материала. Основное время они могут уделить углубленному изучению отдельных, наиболее сложных, дискуссионных проблем.</p> <p>Литература для подготовки к экзамену/зачету обычно рекомендуется преподавателем. Она также может быть указана в программе курса и учебно-методических пособиях.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.</p> <p>Полезным подспорьем для подготовки к экзамену является общение с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.</p>

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

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.

**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 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Распределенные интеллектуальные системы".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.08 Формирование сигналов и их оптимальная обработка*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика  
Профиль подготовки: Распределенные интеллектуальные системы  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

**Основная литература:**

1. Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : учебное пособие / В.И. Каганов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. - 498 с. - (Высшее образование: Магистратура). -- ISBN 978-5-00091-447-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1413304> (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Лифшиц, М. А. Случайные процессы - от теории к практике : учебное пособие / М. А. Лифшиц. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-2026-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/71720> (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Першин, В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: учебное пособие / В.Т. Першин. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 614 с.: ил. - (Высшее образование : Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006703-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/405030> (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Гадзиковский. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2020. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858810> (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
3. Бойко Б.П. Спектр сигнала: учебно-методическое пособие / Б.П. Бойко, В.А. Тюрин. - Казань: Казанский федеральный университет, 2015. - 38 с. - Текст: электронный. - URL: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=105781](http://kpfu.ru/publication?p_id=105781) (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Рябченко Е.Ю., Шерстюков О.Н. Сигналы цифровых и аналоговых радиосистем : учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму/ Е.Ю. Рябченко, О.Н. Шерстюков. - Казань: КФУ, 2014. - 51 с. - [Текст: электронный ресурс]. - URL: <http://radiosys.ksu.ru/?p=110> (дата обращения: 21.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.08 Формирование сигналов и их оптимальная обработка*

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

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Распределенные интеллектуальные системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.