

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**  
Цифровые технологии

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика  
Профиль подготовки: Цифровая трансформация предприятий  
Квалификация выпускника: магистр  
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. (доцент) Зыков Е.Ю. (Кафедра радиоастрономии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Evgeniy.Zykov@kpfu.ru

**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
ПК-1	Способен к анализу и управлению данными, разработки и адаптации программного обеспечения, обеспечения информационной безопасности для решения задач цифровой трансформации предприятий
ПК-2	Способен разрабатывать и реализовывать проекты по цифровой трансформации

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Технологии работы на компьютере и в компьютерных сетях, методов компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

Должен уметь:

- Владеть методами выбора и технологиями использования методов компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

Должен владеть:

- Навыками компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.Н.2 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 27.04.05 "Инноватика (Цифровая трансформация предприятий)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 1 зачетных(ые) единиц(ы) на 36 часа(ов).

Контактная работа - 20 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 16 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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- тель- ная 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	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная 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. Основные понятия дисциплины	3	1	0	1	0	0	0	2
2.	Тема 2. Методы представления сигналов в ЭВМ	3	1	0	1	0	0	0	2
3.	Тема 3. Дискретные спектральные преобразования и методы их вычисления	3	1	0	1	0	0	0	2
4.	Тема 4. Методы обработки сигналов в спектральной области на основе дискретных преобразований	3	1	0	1	0	0	0	2
5.	Тема 5. Цифровая фильтрация на ЭВМ	3	1	0	1	0	0	0	2
6.	Тема 6. Методы параметрического спектрального анализа	3	1	0	1	0	0	0	2
7.	Тема 7. Вейвлет-преобразование и его использование в задачах цифровой обработки сигналов	3	1	0	1	0	0	0	2
8.	Тема 8. Сжатие, кодирование и обработка изображений	3	1	0	1	0	0	0	2
4.2	Содержание дисциплины (модуля) в системе цифровой обработки сигналов	3	2	0	2	0	0	0	0
	Тема 1. Основные понятия дисциплины: Основные понятия дисциплины: - Классификация сигналов. - Энергия и мощность сигнала. - Основные статистические характеристики сигнала. - Ряд Фурье. Преобразование Фурье. - Корреляционная функция. Теорема Парсеваля. - Дискретные представления сигналов. - Интегральные представления.		10	0	10	0	0	0	16

**Тема 1. Основные понятия дисциплины:**  
Основные понятия дисциплины:  
- Классификация сигналов.  
- Энергия и мощность сигнала.  
- Основные статистические характеристики сигнала.  
- Ряд Фурье. Преобразование Фурье.  
- Корреляционная функция. Теорема Парсеваля.  
- Дискретные представления сигналов.  
- Интегральные представления.

**Тема 2. Методы представления сигналов в ЭВМ**

Методы представления сигналов в ЭВМ:  
- Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование.  
Теорема Котельникова. Частота Найквиста.  
- Спектр дискретного сигнала. Субдискретизация сигнала. Z-преобразование.  
- Дискретные случайные сигналы. Корреляционная матрица. Дискретный белый шум.

**Тема 3. Дискретные спектральные преобразования и методы их вычисления**

Дискретные спектральные преобразования и методы их вычисления:  
- Ряд Фурье.  
- Преобразование Фурье.  
- Дискретное преобразование Фурье.  
- Свойства дискретного преобразования Фурье.  
- Быстрое преобразование Фурье (БПФ).  
- БПФ с децимацией во временной области.

- БПФ с децимацией в частотной области.
- Косинус-преобразование.

#### **Тема 4. Методы обработки сигналов в спектральной области на основе дискретных преобразований**

Методы обработки сигналов в спектральной области на основе дискретных преобразований:

- Оценка спектра при помощи БПФ.
- Метод периодограмм, метод модифицированных периодограмм.
- Амплитудный и фазовый спектры, спектр плотности мощности.
- Оценка спектра методом корреляции.
- Регрессионный анализ.

#### **Тема 5. Цифровая фильтрация на ЭВМ**

Цифровая фильтрация на ЭВМ:

- Линейная цифровая обработка сигналов с помощью фильтров.
- Импульсная характеристика фильтра.
- Функция передачи. Фильтры первого и второго порядка.
- Формы реализации цифровых фильтров.
- Понятие свертки. Обращение свертки.
- Некоторые идеализированные фильтры.

#### **Тема 6. Методы параметрического спектрального анализа**

Методы параметрического спектрального анализа:

- Преимущества и недостатки параметрического анализа.
- Авторегрессионный метод.
- Авторегрессия скользящего среднего.
- Метод MUSIC.
- Метод моделирования наблюдаемых данных суммой экспоненциальных функций (Алгоритм Прони).
- Метод оценивания частоты на основе анализа собственных значений матриц

#### **Тема 7. Вейвлет-преобразование и его использование в задачах цифровой обработки сигналов**

Вейвлет преобразование и его использование в задачах цифровой обработки сигналов:

- Непрерывное вейвлет-преобразование.
- Разрешение по времени и частоте.
- Вейвлет-синтез.
- Дискретное вейвлет-преобразование.
- Преобразование Добеши. Кодирование и декодирование.
- Применение вейвлет-анализа в цифровой обработке сигналов.

#### **Тема 8. Сжатие, кодирование и обработка изображений**

Сжатие и кодирование изображений:

- Понятие избыточности информации.
- Сжатие без потерь.
- Сжатие с потерями.
- Стандарты сжатия изображений.
- Стандарты сжатия видеосигналов.

Морфологическая обработка изображений.

- Двоичные изображения.
- Дилатация и эрозия.
- Выделение границ, заполнение областей, скелетизация.
- Распознавание объектов

#### **Тема 9. Аппаратное и программное обеспечение систем цифровой обработки сигналов**

Аппаратное и программное обеспечение систем цифровой обработки сигналов:

- Универсальные процессоры, сигнальные процессоры. Перспективные архитектуры для цифровой обработки сигналов.
- Технические средства обеспечения ввода-вывода аналоговых сигналов в ЭВМ. Аппаратные средства ЦОС в системах мультимедиа.

- Классификация программных средств ЦОС. Требования к функциональному наполнению и инструментальным средствам разработки ПО ЦОС.

Интегрированные пакеты программ для ПЭВМ: "MATLAB", "MathCAD", LabVIEW" и их использование для решения прикладных задач.

### **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

### **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 планируемому результату 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)**

Иллюстрированный самоучитель по MatLab - <http://samoychiteli.ru/document21400.html>  
 Курс лекций "Основы цифровой обработки сигналов" - <https://github.com/capitanov/dsp-theory>  
 Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов" - <http://www.dspa.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При изучении и проработке теоретического материала для студентов необходимо: - повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; - при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в учебной программе литературные и интернет источники; - ответить на контрольные вопросы по темам и разделам дисциплины.
практические занятия	Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над учебной и научной литературой. При подготовке к занятиям студентам необходимо: - изучить, повторить теоретический материал по заданной теме; - изучить материалы лабораторной работы по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; - при выполнении расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.
самостоятельная работа	Методические указания по организации внеаудиторной самостоятельной работы на занятии способствуют организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение в соответствии с учебным планом, программой учебной дисциплины/профессионального модуля и имеет такую структуру как: - тема; - вопросы и содержание материала для самостоятельного изучения; - форма выполнения задания; - алгоритм выполнения и оформления самостоятельной работы; - критерии оценки самостоятельной работы; - рекомендуемые источники информации (литература основная, дополнительная, нормативная, ресурсы Интернет и др.). Самостоятельная работа как вид деятельности студента многогранна. В качестве форм СР при изучении дисциплины 'Акустические и сейсмические волны' предлагаются: - работа с научной и учебной литературой; - подготовка доклада к практическому занятию; - более глубокое изучение с вопросами, изучаемыми на практических занятиях; - подготовка к тестированию и зачету; Задачи самостоятельной работы: - обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и применения различных методов исследования; - выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу. Технология самостоятельной работы должна обеспечивать овладение знаниями, закрепление и систематизацию знаний, формирование умений и навыков. Апробированная технология характеризуется алгоритмом, который включает следующие логически связанные действия студента: - чтение текста (учебника, пособия, конспекта лекций); - конспектирование текста; - решение задач и упражнений; - подготовка к деловым играм; - ответы на контрольные вопросы; - составление планов и тезисов ответа.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать краткие выписки и заметки. Работу над темой можно считать завершённой, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.</p> <p>Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям.</p> <p>При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на обзорных лекциях и консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.</p> <p>Результат по сдаче зачета объявляется студентам, вносится в зачетную ведомость. Несдача проставляется только в ведомости.</p> <p>При получении неудовлетворительной оценки повторная сдача осуществляется в другие дни, установленные деканатом. Экзамен выставляется, если студент усвоил учебный материал, исчерпывающе, логически, грамотно изложив его, показал знания специальной литературы, не допускал существенных неточностей, а также правильно применял понятийный аппарат.</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.

Компьютерный класс.

**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 27.04.05 "Инноватика" и магистерской программе "Цифровая трансформация предприятий".

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

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Цифровая трансформация предприятий

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Ролдугин С.В. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 144 с. ISBN 978-5-4446-0908-8 ЭБС 'Знаниум' - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=923327>
2. Основы теории и расчета цифровых фильтров : учебное пособие / В.П. Васильев, Э.Л. Муру, С.М. Смольский ; под ред. С.М. Смольского. - 2-е изд., стереотип. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 272 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/textbook\_591ae74d57bb22.15375684. - ISBN 978-5-16-105784-1. - Текст : электронный. - 'Знаниум' - Режим доступа: <http://old.znanium.com/bookread2.php?book=1086748>
3. Амос, Г. Гилат, А. MATLAB. Теория и практика / Амос Гилат ; пер. с англ. Н.К. Смоленцева. - 5-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 416 с. - ISBN 978-5-97060-183-9. - Текст : электронный. - 'Знаниум' - Режим доступа: <http://old.znanium.com/bookread2.php?book=1027816>

#### Дополнительная литература:

1. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов: Практическое пособие Учебное пособие / Гадзиковский В.И. - М.: СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с. ISBN 978-5-91359-117-3 ЭБС 'Знаниум' - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=883840>
2. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 832 с.: ил. - (Учебная литература для вузов). ЭБС 'Знаниум' - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=350706>
3. Першин В.Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=405030>

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

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Цифровая трансформация предприятий

Квалификация выпускника: магистр

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