

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент И.И. Растворова

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность (профиль):	Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	очная
Составитель:	Доцент Выболдин Ю.К.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Статистическая радиотехника» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного приказом Минобрнауки России № 94 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов».

Составитель _____ к.т.н., доцент Выболдин Ю.К.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электронных систем от 25.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доц. И.И. Растворова

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Статистическая радиотехника»:

– овладение студентами методами анализа и синтеза оптимальных устройств обработки информации в современных радиотехнических системах, функционирующих в условиях, при которых на радиотехнические сигналы воздействуют различные случайные факторы, как в радиотехнических цепях, так и на трассах распространения радиосигналов.

Основные задачи дисциплины «Статистическая радиотехника»:

- изучение вероятностных моделей случайных сигналов и помех и их преобразования в радиотехнических цепях,
- освоение основ теории обнаружения сигналов,
- освоение основ теории статистической теории измерения и оценивания параметров сигналов радиотехнических систем,
- освоение основ теории различения и разрешения сигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Статистическая радиотехника» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов» и изучается в 6,7 семестрах.

Дисциплина «Статистическая радиотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Радиопередающие и радиоприемные системы», «Интеллектуальные радиоэлектронные системы», «Основы теории радиосистем передачи информации», «Теория беспроводной передачи данных»

Особенностью дисциплины является изучение особенностей применения методов математической статистики к задачам анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Статистическая радиотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических	ОПК-3	ОПК-3.1 Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования; ОПК-3.2 Умеет подготавливать научные публикации на основе; ОПК-3.3 Владеет навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		6	7
Аудиторная работа, в том числе:	68	34	34
Лекции (Л)	34	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	76	20	56
Подготовка к лекциям	14	-	14
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	2	14
Домашнее задание	12	6	6
Подготовка к контрольной работе	12	6	6
Аналитический информационный поиск	6	-	6
Работа в библиотеке	10	-	10
Подготовка к зачету	6	6	-
Промежуточная аттестация	3, Э(36)	3	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины	ак. час. 180	54	126
	зач. ед. 5	1,5	3,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Случайные сигналы и помехи и их вероятностные модели»	28	6	6	-	16

Раздел 2 «Преобразование случайных сигналов и помех в радиотехнических цепях»	36	8	8	-	20
Раздел 3 «Основы теории обнаружения сигналов»	36	8	8	-	20
Раздел 4 «Основы статистической теории измерения и оценивания параметров сигналов радиотехнических систем»	32	8	8	-	16
Раздел 5 «Различение и разрешение сигналов. Сложные сигналы»	12	4	4	-	4
Итого:	144	34	34	-	76

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Случайные сигналы и помехи и их вероятностные модели	Вероятностные модели конечной совокупности случайных событий. Теоремы полной вероятности и Байеса. Вероятностные модели скалярных случайных величин. Комплексные нормальные случайные величины. Общая характеристика случайных процессов, их простейшие свойства. Случайные периодические сигналы. Стохастические ряды Фурье. Случайные сигналы с ограниченной энергией. Теорема Винера-Хинчина. Эргодические процессы. Белый шум и его представление. Обобщённая теорема Котельникова-Шеннона.	6
2.	Преобразование случайных сигналов и помех в радиотехнических цепях	Прохождение случайных процессов через линейный тракт приёмника. Преобразование случайных процессов в параметрических усилителях. Воздействие случайных процессов на нелинейные радиотехнические цепи. Оптимальная фильтрация сигналов. Общие положения теории оптимальной фильтрации сигналов. Согласованные фильтры для одиночных и пачек импульсов. Гребёнчатые фильтры.	8
3.	Основы теории обнаружения сигналов	Обнаружение априори известных дискретных сигналов. Критерии оптимальности устройств обнаружения. Аддитивность отношения сигнал/помехи. Поиск и обнаружение узкополосных радиосигналов с неизвестными временем прихода и частотой несущей. Структура оптимальных устройств обнаружения радиосигналов.	8
4.	Основы статистической теории измерения и оценивания	Оптимальное оценивание амплитуды сигналов известной формы. Совместное измерение временного положения и частоты несущей узкополосных радиосигналов.	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	параметров сигналов радиотехнических систем	Структура оптимальных устройств оценивания параметров сигналов. Статистические характеристики качества оценки параметров сигналов.	
5.	Различение и разрешение сигналов. Сложные сигналы	Различение многопозиционных сигналов. Структуры оптимальных устройств различения и их качественные показатели.	4
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Финитные сигналы и сигналы с финитным спектром. Векторные случайные величины и их преобразования. Стационарные случайные сигналы и помехи с ограниченной мощностью. Случайные сигналы с ограниченной энергией.	6
2	Раздел 2	Узкополосные случайные процессы и их преобразование. Воздействие случайных процессов на нелинейные радиотехнические цепи. Физическая реализуемость оптимальных фильтров, согласованные фильтры и корреляторы. Цифровая фильтрация сигналов.	8
3	Раздел 3	Обнаружение полностью известных аналоговых сигналов. Обнаружение узкополосных радиосигналов с неизвестной амплитудой. Обнаружение узкополосных радиосигналов с неизвестной начальной фазой. Квадратурная обработка радиосигналов.	8
4.	Раздел 4.	Определение временного положения флуктуирующих сигналов. Интервальное оценивание их параметров. Потенциальная точность оценок параметров сигналов. Структуры и статистические характеристики измерителей.	8
5.	Раздел 5.	Задача «разрешение-измерение параметров сигналов». Функция неопределённости радиосигналов, разрешение сигналов и синтез сложных сигналов.	4
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета, экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Случайные сигналы и помехи и их вероятностные модели

1. Основные виды помех, воздействующих на радиотехническую систему.
2. В чем состоит прикладной смысл формулы Байеса.
3. Как определить дисперсию эффективной оценки среднего по выборке из независимых неравноточных измерений?
4. Структура вероятностной модели действительных случайных величин.
5. В чем состоит теорема отсчетов (дискретизации, Котельникова-Шеннона) и ее обобщение на случайные процессы?

Раздел 2. Преобразование случайных сигналов и помех в радиотехнических цепях

1. Каков физический смысл реализуемости оптимального фильтра?
2. Как определить коэффициент передачи $K(j\omega)$ оптимального фильтра, если $W_s(\omega)$ и $W_n(\omega)$ – энергетические спектры сигнала $s(t)$ и аддитивной помехи $n(t)$ соответственно?
3. Каким образом преобразуется закон распределения случайной величины при ее линейных преобразованиях?
4. В чём состоит принцип суперпозиции для линейного четырёхполюсника?
5. В чём состоит главная особенность стационарного линейного преобразования стационарных случайных сигналов?

Раздел 3. Основы теории обнаружения сигналов

1. Какая величина порога обнаружения $U_{п}$ соответствует началу характеристики обнаружения ($\alpha = 0, P_{п.о.} = 0$)?
2. Точность определения дальности до радиолокационной цели с помощью простого зондирующего радиоимпульса РЛС.
3. Что такое «векторная случайная величина»?
4. Что такое «бинарная фазовая манипуляция ($0^\circ/180^\circ$)»?
5. Чему равна вторая производная функции неопределённости $\Psi(\tau, \Omega)$ по круговой частоте Ω в точке ($\tau = 0, \Omega = 0$)?

Раздел 4. Основы статистической теории измерения и оценивания параметров сигналов радиотехнических систем

1. Чем отличается обработка сигналов при оптимальном обнаружении известного сигнала от обнаружения узкополосного сигнала с известной огибающей, но неизвестной начальной фазой несущей?

2. В чём состоит принцип неопределённости в радиотехнике?

3. В чём состоит общий математический метод получения точечных оценок?

4. Как определить дисперсию отклонения выходного напряжения оптимального фильтра от сигнала $s(t)$, если $W_s(\omega)$ и $W_n(\omega)$ – энергетические спектры сигнала $s(t)$ и аддитивной помехи $n(t)$ соответственно?

5. Что такое линейно-регулярный стационарный гауссовский случайный процесс?

Раздел 5. Различение и разрешение сигналов. Сложные сигналы

1. Чем отличается различение сигналов от разрешения сигналов?

2. Чем, согласно Релею, определяется разрешающая способность по частоте $\Delta\Omega_p$ двух одинаковых сигналов $s(t)$ на фоне аддитивных помех $n(t)$?

3. Оптимальная разрешающая способность топт.

4. Особенности поиска и обнаружения радиосигналов с неизвестными временем прихода и частотой несущей.

5. Почему при синтезе устройства обнаружения известного сигнала целесообразно переходить в спектральную область анализа сигналов?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета, экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету, экзамену

1. Что такое случайная функция?

2. Плотность вероятности регулярной случайной величины α имеет вид

$P(\alpha(x)) = (8\pi)^{-1/2} \exp[-(x - 1/2)^2/8]$. Какова вероятность $P(\alpha)$ того, что случайная величина α примет значение $x = 1/2$?

3. Во сколько раз меньше дисперсия среднего по выборке? из n независимых равнозначных измерений, чем дисперсия однократного измерения?

4. Каким математическим преобразованием связаны автокорреляционная функция стационарного случайного процесса и его спектральная плотность?

5. Какова структура вероятностной модели конечной совокупности случайных?

6. Каким образом преобразуется закон распределения случайной величины при линейных преобразованиях последней?

7. Каковы основные требования предъявляются к точечным оценкам параметров распределения случайных величин?

8. Каков прикладной смысл теоремы полной вероятности?

9. Какова структура вероятностной модели действительных случайных величин?

10. В чём состоит оптимальность устройства автоматического обнаружения сигналов

11. Чем отличается согласованный фильтр от коррелятора?

12. Чем отличается обработка сигналов при оптимальном обнаружении известного сигнала от обнаружения узкополосного сигнала с известной огибающей, но неизвестной начальной фазой несущей?

13. Как определить эффективную ширину спектра $\beta\omega$ сигнала?

14. Как определить дисперсию оптимальной оценки частоты несущей радиосигнала на фоне «белого шума»?

15. Чем отличается различение сигналов от разрешения сигналов?

16. Чем, согласно Релею, определяется разрешающая способность по частоте $\Delta\Omega_p$ двух одинаковых сигналов $s(t)$ на фоне аддитивных помех $n(t)$?

17. Что называется «отношением правдоподобия»?

18. Что такое узкополосные сигналы?

19. Что такое «интервальное оценивание»?

20. Что такое многопозиционные сигналы?

21. Чем отличается обработка сигналов при оптимальном обнаружении известного сигнала от обнаружения узкополосного сигнала с известной огибающей, но неизвестной начальной фазой несущей?

22. Каким образом складывается суммарное отношение «сигнал/помеха» в когерентно-импульсной РЛС и в простой импульсной РЛС?

23. Каким образом можно увеличить отношение «сигнал/помеха» в устройстве обнаружения данного сигнала?

24. В чём заключается «принцип неопределённости в радиотехнике»?

25. Какой математический метод является общим методом получения точечных оценок?

26. Каким образом меняются вероятностные характеристики при линейных преобразованиях случайных величин?

27. Как определить эффективную ширину спектра β_{Σ} сигнала?

28. Во сколько раз увеличивается потенциальная точность измерения дальности до цели в РЛС, излучающей пачки из N ($N > 2$) зондирующих радиоимпульсов, по сравнению с обычной РЛС в случае когерентных и некогерентных пачек радиоимпульсов?

29. Как определить дисперсию оптимальной оценки частоты несущей радиосигнала на фоне «белого шума»?

30. Как определить дисперсию оптимальной оценки частоты несущей радиосигнала на фоне «белого шума»?

31. Что такое «экстраполирование случайного сигнала $s(t)$ »?

32. Что такое «линейно-регулярный стационарный гауссовский случайный процесс»?

33. Как определить дисперсию отклонения выходного напряжения оптимального фильтра от сигнала $s(t)$, если $W_s(\omega)$ и $W_n(\omega)$ – энергетические спектры сигнала $s(t)$ и аддитивной помехи $n(t)$ соответственно?

34. Что такое многопозиционные сигналы?

35. В чем состоит интервальное оценивание параметров сигналов?

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету, экзамену

Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Если случайный процесс $\xi(t)$ имеет в качестве реализаций $\xi_i(t)$; $i = 1, 2, \dots$; сосредоточенные на промежутке $(0, T)$ функции, то может ли процесс $\xi(t)$ быть стационарным?	1. Только в том случае, если $\xi_i(t) = 0$ при $i = 1, 2, \dots$ 2. Да. 3. Нет. 4. Да, при условии конечности энергий всех реализаций.
2.	В чём состоит обобщение теоремы отсчётов (дискретизации, Котельникова-Шеннона) на случайные процессы?	1. Случайный процесс должен быть стационарным, регулярным, эргодическим и иметь финитный энергетический спектр. 2. Реализации случайного процесса должны иметь конечную энергию и финитный спектр. 3. Случайный процесс должен быть ограниченным по времени и по мгновенным значениям. 4. Случайный процесс должен быть стационарным и иметь спектральную плотность средней мощности нулевой вне интервала частот $(-W \leq F \leq W)$.

3.	Каковы преимущества сложных сигналов по сравнению с простыми в задачах разрешения по времени запаздывания радиосигнала?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложные сигналы позволяют разрешить радиолокационные цели не только по их дальности, но и по скорости их движения. 2. Сложные сигналы имеют большую эффективную ширину спектра при большой эффективной длительности. 3. При одинаковой разрешающей способности сложные сигналы имеют меньшую мощность. 4. Сложные сигналы имеют меньшие уровни лепестков их автокорреляционной функции.
4.	Какова структура простейшей вероятностной модели конечной совокупности случайных событий?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание всех возможных подмножеств элементарных событий и вероятностей этих подмножеств. 2. Описание множества элементарных событий и их статистической связи. 3. Совокупность элементарных событий, их вероятностей и множества всех сложных событий. 4. Совокупность всевозможных случайных событий и их совместных вероятностей.
5.	При каких условиях сигнал $s(t) = \alpha \cos(\omega_0 t + \varphi)$ является гауссовским стационарным случайным процессом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Случайная величина α распределена по закону Гаусса, а величина φ – независимо от неё равномерно на промежутке $(0, 2\pi]$. 2. Случайные величины α и φ – независимы, величина α распределена по закону Релея, а φ – равномерно на промежутке $(0, 2\pi]$. 3. Величины α и φ – независимые гауссовские величины. 4. Если сигнал не зависит от положения начала координат по оси t.
6.	Что такое «пуассоновский поток точек на числовой оси»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность случайных точек, расстояния между которыми распределены по закону Пуассона. 2. Поток точек, распределённых по закону Пуассона. 3. Совокупность случайных точек, распределённых по закону Пуассона. 4. Стационарный ординарный поток без последствия.
7.	Что такое «простая гипотеза»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предположение о длине промежутка числовой оси, в пределах которого может лежать значение оцениваемого параметра. 2. Предположение о границах, в пределах которых лежит величина оцениваемого параметра.

		<p>3. Гипотеза о типе закона распределения случайной величины.</p> <p>4. Предположение о конкретном значении оцениваемого параметра.</p>
8.	В чём заключается принцип неопределённости в радиолокации?	<p>1. Объём тела неопределённости модулирующих сигналов не зависит от их формы и близок к единице.</p> <p>2. Количество принятой приёмником РЛС информации есть разность между априорной и апостериорной неопределённостями (энтропиями) сигналов.</p> <p>3. В индукционно-статической зоне антенной системы РЛС дальность до цели не определяется.</p> <p>4. Если точные значения координат антенной системы РЛС неизвестны, то координаты цели определить невозможно.</p>
9.	Что такое «отбеливающий фильтр»?	<p>1. Фильтр с модулем коэффициента передачи $K(j\omega)$, обратным энергетическому спектру $Wn(\omega)$ стационарной помехи.</p> <p>2. Фильтр с модулем коэффициента передачи $K(j\omega)$, равным энергетическому спектру $Wn(\omega)$ стационарной помехи.</p> <p>3. Фильтр с модулем коэффициента передачи $K(j\omega)$, равным энергетическому спектру $Wn(\omega)$ стационарной помехи в степени $-1/2$.</p> <p>4. Фильтр, у которого квадрат модуля коэффициента передачи $K(j\omega)$ является обратным энергетическому спектру $Wn(\omega)$ стационарной помехи.</p>
10.	Что такое апостериорная вероятность?	<p>1. Вероятность событию произойти наверняка.</p> <p>2. Вероятность наступления одного события после того, как стало известным, что наступило другое событие.</p> <p>3. Вероятность события после того, как начался процесс накопления выборки.</p> <p>4. Вероятность данного события в полной группе событий.</p>
11.	Как характеризуется распределение вероятностей непрерывной случайной величины?	<p>1. Совокупностью её среднего значения, дисперсии, эксцесса и коэффициента асимметрии.</p> <p>2. Совокупностью её среднего значения, медианы, моды и дисперсии.</p> <p>3. Совокупностью всевозможных начальных моментов закона её распределения.</p> <p>4. Плотностью вероятности случайной величины.</p>

12.	Что такое «отношение правдоподобия»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношение функции правдоподобия сигнала к дисперсии сигнала на входе приёмника. 2. Отношение вероятности того, что на входе приёмника присутствует сигнал, к вероятности того, что он отсутствует. 3. Отношение плотностей вероятности напряжения на входе приёмника при наличии на его входе сигнала и в его отсутствие. 4. Вероятность того, что гипотеза о присутствии сигнала на входе приёмника правдоподобна.
13.	Какая величина порога обнаружения $U_{п}$ соответствует началу характеристики обнаружения ($\alpha = 0, P_{п.о.} = 0$)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $U_{п} = -\infty$. 2. $U_{п} = +\infty$. 3. $U_{п} = 0$. 4. $U_{п} = -1$.
14.	Какие в практике радиолокационного обнаружения целей следует считать неизвестными параметры принимаемых сигналов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитуду, задержку во времени огибающей, начальную фазу и частоту несущей. 2. Амплитуду, форму и задержку во времени огибающей, а также начальную фазу несущей. 3. Форму огибающей, а также начальную фазу и частоту несущей. 4. Амплитуду, начальную фазу и частоту несущей.
15.	При каком из перечисленных ниже условий точность определения дальности до радиолокационной цели с помощью простого зондирующего радиоимпульса РЛС увеличивается?	<ol style="list-style-type: none"> 1. При увеличении отношения амплитуды импульса к его длительности. 2. При увеличении длительности импульса РЛС. 3. При увеличении произведения амплитуды зондирующего импульса на его длительность. 4. При увеличении частоты несущей радиоимпульса РЛС.
16.	Что такое «векторная случайная величина»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Случайная величина, которой соответствует некоторый вектор. 2. Совокупность скалярных случайных величин. 3. Вектор, который имеет случайный характер. 4. Результат преобразования случайной величины в пространстве n измерений.
17.	Для оптимального приёма пачки импульсных сигналов применяются	<ol style="list-style-type: none"> 1. гребенчатые фильтры. 2. фильтры нижних частот.

		<p>3. фильтры верхних частот.</p> <p>4. полосовые фильтры.</p>
18.	Чем определяется разрешающая способность радиолокационных целей по дальности?	<p>1. Эффективной шириной спектра β_{Σ} радиосигнала РЛС.</p> <p>2. Эффективной длительностью α_{Σ} радиосигнала РЛС.</p> <p>3. Шириной диаграммы направленности антенной системы РЛС.</p> <p>4. Величиной периода повторения радиосигнала.</p>
18.	Чем измерение параметров сигналов отличается от оценивания параметров сигналов?	<p>1. Измерение есть получение точных значений параметров сигналов, а оценивание – их приближённых значений.</p> <p>2. Измерение параметров сигналов производится при помощи измерительных приборов для получения числовых значений этих параметров, а оценивание есть процедура получения статистических выводов на основе результатов измерений.</p> <p>3. Измерение производится непосредственно, а оценивание – по выбранному критерию.</p> <p>4. Измерение параметра сигнала производится непосредственно, а оценивание – косвенным способом.</p>
20.	Что такое «статистика выборки»?	<p>1. Частотности появления в выборке заданных значений случайной величины.</p> <p>2. Гистограмма, построенная по данной выборке.</p> <p>3. Относительное количество различных случайных величин.</p> <p>4. Заданная функция от значений элементов выборки.</p>

Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Каковы основные требования предъявляются к точечным оценкам параметров распределения случайных величин?	<p>1. Ординарность, независимость, простота.</p> <p>2. Строгость, точность, некоррелированность.</p> <p>3. Достоверность и оптимальность.</p>

		4. Несмещённость, эффективность, состоятельность.
2.	Могут ли быть реализации произвольного стационарного случайного процесса периодическими функциями времени с одним и тем же периодом T ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да, если случайный процесс имеет финитный энергетический спектр с верхней частотой $F = 1/(2T)$. 2. Нет. 3. Да, если процесс имеет ограниченную мощность. 4. Да, если процесс имеет ограниченную энергию.
3.	Стационарный случайный процесс $\xi(t)$ имеет автокорреляционную функцию $R\xi(\tau)$. Какова автокорреляционная функция производной от процесса $\xi(t)$, если она существует?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $dR\xi(\tau)/d\tau$. 2. $-d^2R\xi(\tau)/d\tau^2$. 3. $\tau R\xi(\tau)$. 4. $d^2R\xi(\tau)/d\tau^2$.
4.	Какова средняя мощность «белого шума», имеющего энергетический спектр N_0 ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бесконечна. 2. N_0. 3. $2N_0$. 4. $N_0/2$.
5.	При оптимальной линейной обработке результатов независимых неравноточных измерений дискретных сигналов отношения «сигнал/помеха» этих результатов	<ol style="list-style-type: none"> 1. складываются линейно. 2. перемножаются. 3. складываются среднеквадратически. 4. преобразуются среднегеометрически.
6.	Каков прикладной смысл теоремы полной вероятности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Она полностью определяет вероятности данных событий. 2. Она позволяет определить вероятности полной группы событий. 3. Она позволяет вычислить вероятность данного события B с помощью его условных вероятностей по полной группе событий $\{A_i\}$. 4. Она позволяет полностью задать вероятности группы событий.
7.	Какова структура вероятностной модели действительных случайных величин?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность числовой оси и значений вероятностей всевозможных отрезков числовой оси. 2. Совокупность элементарных событий и вероятностей их реализаций. 3. Совокупность множеств элементарных событий, вероятностей их реализаций и всевозможных сложных событий. 4. Совокупность числовой оси, плотности вероятности и всевозможных отрезков числовой оси.
8.	В чём состоит оптимальность устройства	1. В удачном сочетании себестоимости

	автоматического обнаружения сигналов?	<p>устройства с его сложностью.</p> <p>2. В минимизации или максимизации значений параметров сигналов, соответствующих выбранному критерию оптимальности.</p> <p>3. В минимизации вероятности ложного срабатывания (ложной тревоги) при максимальной вероятности правильного обнаружения.</p> <p>4. В оптимальном сочетании себестоимости устройства с его надёжностью.</p>
9.	Чем отличается обработка сигналов при оптимальном обнаружении известного сигнала от обнаружения узкополосного сигнала с известной огибающей, но неизвестной начальной фазой несущей?	<p>1. Оптимальной узкополосной фильтрацией сигнала.</p> <p>2. Квадратурной обработкой узкополосного сигнала.</p> <p>3. Квадратичным детектированием сигнала.</p> <p>4. Предварительным измерением начальной фазы радиосигнала.</p>
10.	Каким образом можно увеличить отношение «сигнал/помеха» в устройстве обнаружения данного сигнала?	<p>1. Увеличением коэффициента усиления приёмника и оптимальной фильтрацией сигнала.</p> <p>2. Оптимальной обработкой принимаемой смеси сигнала и помех с использованием всей априорной информации.</p> <p>3. Увеличением чувствительности приёмника.</p> <p>4. Компенсацией помех.</p>
11.	Чем отличается согласованный фильтр от коррелятора?	<p>1. В своём составе согласованный фильтр не имеет генератора ожидаемого сигнала, для коррелятора он обязателен.</p> <p>2. Согласованный фильтр согласуется с целым классом ожидаемых сигналов, а коррелятор – только с одним.</p> <p>3. Согласованный фильтр предназначен для оптимальной фильтрации сигналов, а коррелятор – для оценки корреляционной функции стационарных случайных процессов.</p> <p>4. Коррелятор согласуется с целым классом ожидаемых сигналов, а согласованный фильтр – только с одним.</p>
12.	Каковы основные виды помех, воздействующих на радиотехническую систему, которые существенно влияют на её работу?	<p>1. Галактические и космические, атмосферные, промышленные, организованные радиопомехи, а также внутренние тепловые шумы.</p> <p>2. Межсистемные, структурные, заградительные, хаотические импульсные, широкополосные и имитационные помехи.</p> <p>3. Частотные, временные, пространственные и пространственно-</p>

		временные. 4. Атмосферные осадки, влажность воздуха, окружающего антенны, грязе-пылевые отложения.
13.	В чём заключается «принцип неопределённости в радиолокации»?	<p>1. Количество принятой приёмником РЛС информации есть разность между априорной и апостериорной неопределённостями (энтропиями) сигналов.</p> <p>2. При приёме отражённого от цели радиосигнала, имеющего амплитуду, меньшую чувствительности радиолокационного приёмника, цель не может быть определена.</p> <p>3. В РЛС с простыми модулирующими сигналами невозможно одновременно точно измерить наклонную дальность до цели и её радиальную скорость.</p> <p>4. Если цель находится в зоне тени радиолокационной станции, то её местоположение неопределённо.</p>
14.	Общим методом получения точечных оценок является метод	<p>1. наименьших квадратов.</p> <p>2. моментов.</p> <p>3. максимального правдоподобия.</p> <p>4. наименьшей дисперсии.</p>
15.	Каким образом меняются вероятностные характеристики при линейных преобразованиях случайных величин?	<p>1. Меняется закон распределения случайной величины и все его параметры.</p> <p>2. Меняются только значения параметров распределения.</p> <p>3. Меняется закон распределения случайной величины и некоторые его параметры.</p> <p>4. Ничего не меняется.</p>
16.	Какова плотность вероятности $p_\alpha(x)$ гауссовской, или нормальной случайной величины α ?	<p>1. $p_\alpha(x) = \lambda x \exp(-\lambda^2 x^2)$.</p> <p>2. $p_\alpha(x) = \lambda x \exp(-\lambda x)$.</p> <p>3. $p_\alpha(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_\alpha} \exp\left[-(x - \bar{\alpha})^2\right]$.</p> <p>4. $p_\alpha(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_\alpha} \exp\left[-\frac{(x - \bar{\alpha})^2}{\sigma_\alpha^2}\right]$.</p>
17.	По какой формуле определяется эффективная ширина спектра β_3 сигнала?	<p>1. $\beta_3^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 \dot{S}(\omega) ^2 d\omega / \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(\omega) ^2 d\omega$.</p> <p>2. $\beta_3^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \omega \dot{S}(\omega) ^2 d\omega / \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(\omega) ^2 d\omega$.</p> <p>3. $\beta_3^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 \dot{S}(\omega) d\omega / \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(\omega) d\omega$.</p> <p>4. $\beta_3^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \omega \dot{S}(\omega) d\omega / \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(\omega) d\omega$.</p>

18.	Коэффициент корреляции между оценками среднего значения и дисперсии нормальной случайной величины по её выборке из n измерений	<ol style="list-style-type: none"> 1. равен нулю. 2. меньше нуля. 3. равен единице. 4. равен минус единице.
19.	Какой формулой определяется дисперсия оптимальной оценки частоты несущей радиосигнала на фоне «белого шума»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $D_f = 1/(2 q \beta_s^2)$, где q – отношение «сигнал/шум»; β_s – эффективная ширина спектра радиосигнала. 2. $D_f = 1/(2 q \alpha_s \beta_s)$, где q – отношение «сигнал/шум»; α_s – эффективная длительность; β_s – эффективная ширина спектра радиосигнала. 3. $D_f = 1/(2 q \alpha_s)$, где q – отношение «сигнал/шум»; α_s – эффективная длительность радиосигнала. 4. $D_f = 1/(2 q \alpha_s^2)$, где q – отношение «сигнал/шум»; α_s – эффективная длительность радиосигнала.
20.	По какой из формул определяется дисперсия отклонения выходного напряжения оптимального фильтра от сигнала $s(t)$, если $W_s(\omega)$ и $W_n(\omega)$ – энергетические спектры сигнала $s(t)$ и аддитивной помехи $n(t)$ соответственно?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $D = W_n(\omega)/[W_s(\omega) + W_n(\omega)]$. 2. $D = \int_0^\infty \frac{W_n(\omega)}{W_s(\omega) + W_n(\omega)} d\omega$. 3. $D = W_n(\omega) W_s(\omega)/[W_s(\omega) + W_n(\omega)]$. 4. $D = \int_0^\infty \frac{W_s(\omega) W_n(\omega)}{W_s(\omega) + W_n(\omega)} d\omega$.

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Чему равен объём тела неопределённости $V = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Psi^2(\tau, \Omega) d\tau d\Omega$ сигнала $s(t)$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $V = 2\pi$. 2. $V = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$. 3. $V = 1$. 4. $V = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$
2.	Чем измеряется «коэффициент сжатия радиосигнала»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношением эффективной длительности сигнала к эффективной ширине его автокорреляционной функции. 2. Величиной, обратной величине базы радиосигнала. 3. Отношением величины несущей радиосигнала к эффективной ширине его спектра. 4. Величиной девиации частоты несущей.
3.	Какие оптимальные линейные стационарные фильтры являются	<ol style="list-style-type: none"> 1. У которых импульсная характеристика $h(\tau)$ равна нулю при $\tau > 0$. 2. У которых интеграл по всей оси частот

	физически реализуемыми?	<p>($-\infty < \omega < \infty$) квадрата модуля коэффициента передачи $K(j\omega)$ имеет конечное значение.</p> <p>3. У которых импульсная характеристика $h(\tau)$ – ограниченная функция аргумента τ.</p> <p>4. У которых коэффициент передачи $K(j\omega)$ не имеет полюсов на комплексной плоскости $\{\alpha, j\omega\}$.</p>
4.	Что такое «интерполирование случайного сигнала $s(t)$ »?	<p>1. Оптимальное оценивание поведения сигнала $s(t)$ в прошлом по одной из реализаций смеси сигнала с шумом $si(t) + ni(t)$, известной до настоящего времени.</p> <p>2. Предсказание поведения реализации сигнала $si(t)$ на некотором интервале времени по его значениям вне этого интервала.</p> <p>3. Оценивание мгновенного значения случайного сигнала $s(t)$ в момент времени $t < t_0$ по значению сигнала $s(t)$ в момент $t = t_0$.</p> <p>4. Оптимальное оценивание поведения сигнала $s(t)$ в интервале времени ($t_1 < t < t_2$) по его значениям вне этого интервала.</p>
5.	Какими основными параметрами характеризуются две случайные величины?	<p>1. Средними значениями, дисперсиями и корреляцией.</p> <p>2. Вектором их средних значений и единичным эллипсом рассеяния.</p> <p>3. Средними значениями, вариациями и регрессией.</p> <p>4. Средними значениями, предельными значениями и регрессией.</p>
6.	Чем характеризуются математически гауссовские бесконечномерные случайные векторы?	<p>1. Средней функцией и автокорреляционной функцией.</p> <p>2. Дельта-функцией Дирака с гауссовским коэффициентом.</p> <p>3. Бесконечномерным вектором средних значений и корреляционной матрицей бесконечного порядка.</p> <p>4. Неопределённостью плотности вероятности.</p>
7.	Что такое «пуассоновский поток точек на числовой оси»?	<p>1. Совокупность случайных точек, расстояния между которыми распределены по закону Пуассона.</p> <p>2. Поток точек, распределённых по закону Пуассона.</p> <p>3. Совокупность случайных точек, распределённых по закону Пуассона.</p> <p>4. Стационарный ординарный поток без последствия.</p>

8.	Чем определяется разрешающая способность РЛС-целей по угловым координатам?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значением эффективной длительности αz зондирующего радиосигнала. 2. Значением эффективной ширины спектра βz зондирующего радиосигнала. 3. Базой радиосигнала V_s. 4. Шириной диаграммы направленности антенны РЛС.
9.	Чему равна вторая производная функции неопределённости $\Psi(\tau, \Omega)$ по времени τ в точке $(\tau = 0, \Omega = 0)$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Квадрату эффективной ширины спектра радиосигнала βz, делённому на величину (-2π). 2. Эффективной ширине спектра радиосигнала βz, делённому на величину (-2π). 3. Квадрату эффективной длительности радиосигнала. 4. Квадрату эффективной длительности радиосигнала αz, взятому с обратным знаком.
10.	Чем отличается устройство оптимального обнаружения сигналов известной формы на фоне «белого шума» от устройства оптимального оценивания его амплитуды?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В устройстве оптимального обнаружения принятое колебание сравнивается с вырабатываемым генератором опорного сигнала по форме, а в устройстве оценивания амплитуды – по амплитуде. 2. В устройстве оптимального обнаружения амплитуда принятого колебания сравнивается с пороговым значением, а в устройстве оценивания – измеряется непосредственно. 3. После корреляционной обработки входного сигнала выходная величина в устройстве обнаружения сравнивается с заданным порогом обнаружения, а в устройстве оценивания амплитуды сигнала – она делится на энергию сигнала известной формы. 4. В устройстве оптимального обнаружения сигнал обнаруживается, а в устройстве оценивания – измеряется.
11.	В чём особенности обнаружения узкополосных радиосигналов с неизвестной начальной фазой несущей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В этом случае перед пороговым устройством производится оценка начальной фазы радиосигнала. 2. В этом случае перед пороговым устройством производится оптимальная фильтрация радиосигнала. 3. В этом случае перед пороговым устройством производится квадратурная обработка радиосигналов. 4. В этом случае перед пороговым устройством производится амплитудное детектирование радиосигнала.

12.	Чем отличаются простые радиосигналы от сложных?	<ol style="list-style-type: none"> 1. У простых сигналов произведение длительности сигнала на ширину его спектра имеет порядок единицы, у сложных – это произведение может значительно превышать единицу. 2. Простые радиосигналы получают простыми способами модуляции. Сложные радиосигналы получают более сложными способами: фазовой, относительной фазовой, частотной модуляцией и т. п. 3. Сложные радиосигналы разлагаются на элементарные, простые – нет. 4. Сложные радиосигналы получаются в многоканальных радиосистемах, простые существуют в одноканальных радиосистемах.
13.	Что такое гауссовские (нормальные) случайные процессы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Случайные процессы, у которых все законы распределения любой совокупности их отсчётов являются гауссовскими. 2. Случайные процессы, у которых спектральная плотность средней мощности является гауссовской кривой. 3. Случайные процессы, которые имеют гауссовскую форму. 4. Случайные процессы, автокорреляционная функция которых имеет гауссовскую форму.
14.	Что такое «ложная тревога», или «ложное срабатывание»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Случайное срабатывание устройства обнаружения сигнала. 2. Непредвиденное срабатывание устройства обнаружения сигнала. 3. Срабатывание устройства обнаружения сигнала при отсутствии сигнала на входе приёмника сигналов. 4. Срабатывание устройства обнаружения сигнала при коротком замыкании входа приёмника сигналов.
15.	Что называется «риском принятия решения»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Средняя вероятность принятия неправильного решения устройством обнаружения сигнала. 2. Средняя стоимость ошибки принятия решения устройством обнаружения сигнала. 3. Отношение средней вероятности ошибки к средней вероятности правильного принятия решения 4. Разность стоимостей принятия правильного решения и ошибки в принятии решения.

16	Каков математический смысл понятия «спектральная плотность средней мощности, или энергетический спектр стационарного случайного сигнала»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение средней энергии сигнала по частотам. 2. Распределение средней мощности сигнала по частотам. 3. Изменение средней мощности сигнала с частотой. 4. Изменение средней энергии сигнала с частотой.
17.	Чем отличаются простые радиосигналы от сложных?	<ol style="list-style-type: none"> 1. У простых сигналов произведение длительности сигнала на ширину его спектра имеет порядок единицы, у сложных – это произведение может значительно превышать единицу. 2. Простые радиосигналы описываются элементарными функциями, сложные радиосигналы описываются специальными функциями. 3. Сложные радиосигналы разлагаются на элементарные, простые – нет. 4. Сложные радиосигналы получаются в многоканальных радиосистемах, простые существуют в одноканальных радиосистемах.
18.	Каков вероятностный смысл теоремы Винера-Хинчина?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Она даёт пару преобразований, связывающих корреляционную функцию стационарного случайного сигнала с его энергетическим спектром. 2. Она даёт способ нахождения энергетического спектра стационарного случайного сигнала. 3. Она даёт каноническое представление стационарного случайного сигнала с ограниченной мощностью в гармоническом базисе представления. 4. Она даёт возможность проверить стационарность случайного сигнала.
19.	Что такое «характеристики обнаружения априори известного сигнала»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Это зависимость вероятности правильного обнаружения от дальности до цели при заданной мощности РЛС. 2. Это зависимость вероятности правильного обнаружения от эффективной площади рассеяния цели при заданной дальности до цели. 3. Это зависимость вероятности правильного обнаружения от вероятности ложной тревоги при заданном отношении сигнал/помеха. 4. Это зависимость вероятности

		правильного обнаружения от отношения сигнал/помеха.
20.	Что такое продольный эффект Доплера?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Эффект Доплера вдоль направления движения радиолокационной цели. 2. Изменение частоты колебаний от скорости движения передатчика вдоль среды распространения. 3. Изменение частоты принимаемого колебания от скорости движения приёмника вдоль трассы. 4. Изменение частоты принимаемого колебания от скорости сближения передатчика и приёмника.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1903-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>

2. Статистическая радиотехника : учебное пособие / В. Б. Кашкин, А. А. Баскова, А. С. Пустошилов, Я. И. Сенченко. — Красноярск : СФУ, 2020. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181628> (дата обращения: 27.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Худяков, Г. И. Статистическая теория радиотехнических систем/ Г. И. Худяков. – М.: Академия, 2009. – 398 с. <https://docplayer.ru/43147903-Hudyakov-g-i-statisticheskaya-teoriya-radiotekhnichesk...>

2. Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. – М.: Радио и связь: Горячая линия-Телеком. – 2004. – 608 с. <https://www.twirpx.com> ›

3. Сенин, А. И. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи : учебное пособие / А. И. Сенин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52356>

4. Свешников, А. А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций : учебное пособие / А. А. Свешников. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0708-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211169>

5. Пухаренко, Ю. В. Статистическая обработка результатов измерений / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-507-44452-6.

— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/224678>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
- Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
- Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
- Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>
- Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекционных занятий.

48 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники», Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Аудитории для проведения практических занятий.

16 посадочных мест

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку

компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» .

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

4. Санкт-Петербург, Малый проспект В.О., д.83, учебный центр №3, читальные залы.

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15ft - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

5. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Оснащенность: аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт., сканер K.Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 –

10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

6. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Рисо» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) – 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).