Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра радиофизики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ Буднев Н.М.
«23» мая 2018 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.Б.13.4 Статистическая радиофизика

Направление подготовки 03.03.03 «Радиофизика»

Тип образовательной программы академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК физического факультета
Протокол № 14 от «26» апреля 2018 г.
Председатель _____ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой:
Протокол № 10
От «19» апреля 2018 г.
И.О.Зав. кафедрой _____ Колесник С.Н.

Иркутск 2018 г.

Содержание

стр.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля): 3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП: 3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля): 3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы 4
5. Содержание дисциплины (модуля)....4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)....4
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами 5
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий 5
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ 5
6.1. План самостоятельной работы студентов 6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов....7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)....7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): 7
а) основная литература....7
б) дополнительная литература....7
в) программное обеспечение 7
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы 8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля): 8
10. Образовательные технологии:....8
11. Оценочные средства (ОС): 8
11.1. Оценочные средства для входного контроля. 8
11.2. Оценочные средства текущего контроля....8
11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена). 9

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Дать студентам знания из области статистической радиофизики необходимые для проектирования и применения радиотехнических схем и устройств, используемых в приборах, лабораторных установках, системах для научных исследований и т.д.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Учебная дисциплина «Статистическая радиофизика» входит в базовую часть обязательных дисциплин.

Дисциплина базируется на содержании следующих дисциплин, изучаемых в период подготовки бакалавров: математический анализ, теория вероятности и математическая статистика, электродинамика, радиотехнические сигналы и цепи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональной компетенции:

способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1).

способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2).

профессиональные компетенции:

способностью использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	Основные закономерности математической статистики, используемой в теории статистической радиофизики. Принципы работы реальных радиотехнических схем и устройств.

Уметь:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	использовать базовые знания в области математики и естественных наук при изучении принципов работы радиотехнических устройств
ОПК-2	использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы для изучения процессов, происходящих в различных реальных радиофизических системах, используемых для передачи и приема информации

Владеть:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	математическим аппаратом для самостоятельной разработки новых моделей при радиофизических исследованиях
ПК-2	основными методами радиофизических измерений для разработки узлов радиотехнических устройств, приборов, комплексов в соответствии с реальными требованиями, предъявляемыми к этим устройствам

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
			6		
Аудиторные занятия (всего)	64/1,77		64/1,77		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	38/1,05		38/1,05		
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5		18/0,5		
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8/0,22		8/0,22		
Самостоятельная работа (всего)	17/0,48		17/0,48		
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
Другие виды самостоятельной работы	17/0,48		17/0,48		
Вид промежуточной аттестации (*экзамен*)	27/0,75		27/0,75		
Контактная работа (всего)	66/1,83		66/1,83		
Общая трудоемкость часы	108		108		
зачетные единицы	3		3		

Примечание: Контактная работа с бакалавром включает аудиторную нагрузку, а также 2 часа консультаций перед экзаменом и 0,3 часа на прием экзамена из объема часов, отводимых на экзамен в учебном плане (27ч).

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Введение

Т.1. Случайные величины и их характеристики.

Предмет изучения статистической радиофизики. Физика возникновения флуктуаций. Примеры случайных явлений в различных областях радиофизики. Историческая справка. Функция распределения и плотности вероятности. Характеристическая функция. Моменты случайной величины. Нормальное распределение Центральная предельная теорема (Ляпунова).

Т.2. Случайные процессы и их характеристики.

Определение и вероятностное описание случайного процесса. Понятие статистического ансамбля. Вероятностное описание случайного процесса с помощью многомерных плотностей вероятностей. Корреляционная функция случайного процесса. Классификация случайных процессов. Стационарные и эргодические случайные процессы. Энергетический спектр. Теорема Винера – Хинчина. Примеры спектров мощности и соответствующих корреляционных функций. Гауссовские случайные процессы. Марковские процессы и их описание. Пуассоновский процесс. Узкополосные случайные процессы. Функции корреляции и спектры АМ, ФМ и ЧМ модулированных случайных процессов. Узкополосный гауссовый шум. Распределение Релея. Детерминированный сигнал и гауссовый шум. Распределение Райса.

Т.3. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовые воздействия.

Отклик линейной системы на шумовой воздействие. Преобразование спектра и корреляционной функции линейной системой. Нормализация шума узкополосной линейной системой. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.

Т.4. Выделение сигнала из смеси сигнала и шума.

Согласованный фильтр и корреляционный приемник.

Т.5. Источники шумов.

Тепловые флуктуации в проводниках. Флуктуационно-диссипативная теорема**.** Формула Найквиста. Дробовой шум. Формула Шотки.

Т.6. Случайные поля и их модели.

Однородные и изотропные поля. Пространственные корреляционные функции.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
1.	НИР	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6			
2.	Государственная итоговая аттестация (государственный экзамен)	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6			

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семин	КСР	СРС	Всего
1	Т1. Случайные величины и их характеристики	6	4			2	12
2	Т2. Случайные процессы и их характеристики	8	4		2	2	16
3	Т3. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовые воздействия	8	4		2	4	18
4	Т4. Выделение сигнала из смеси сигнала и шума	6	2		2	4	14
5	Т5. Источники шумов	6	2			3	11
6	Т6. Случайные поля и их модели	4	2		2	2	10

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	Т1. Случайные величины и их	Пз1. Случайные величины и их характеристики	2	Письменный текущий	ОПК-1, ПК-2

	характеристик и			контроль	
2	Т1. Случайные величины и их характеристик и	Пз.2. Случайные величины и их характеристики	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1
3	Т2. Случайные процессы и их характеристик и	Пз.3. Случайные процессы и их характеристики	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1, ПК-2
4	Т2. Случайные процессы и их характеристик и	Пз. 4. Случайные процессы и их характеристики	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1
5	Т3. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовые воздействия	Пз.5. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовое воздействие	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1, ОПК-2
6	Т3. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовые воздействия	Пз.6. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовое воздействие	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1
7	Т4. Выделение сигнала из смеси сигнала и шума	Пз.7. Выделение сигнала из смеси сигнала и шума	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
8	Т5. Источники шумов	Пз.8. Источники шумов	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1
9	Т6. Случайные поля и их модели	Пз. 9. Случайные поля и их модели	2	Письменный текущий контроль	ОПК-1

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Т1.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточникам и, конспектом	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекции, ПЗ с использовани ем конспекта	Источники 1-2 из основной и 1-2 из дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по	2
5	Т2.				2
9	Т3.				4
13	Т4.				4

15	Т5.		лекций, литературы, Интернет - ресурсов	логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ	3
17	Т6.				2

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируется компетенция ОПК-4.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы по темам дисциплины:

Т1. Случайные величины и их характеристики. Моделирование гауссова случайного процесса, численная обработка результатов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т2. Случайные процессы и их характеристики. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т3. Отклик линейных и нелинейных цепей на шумовые воздействия. Моделирование воздействия, численная оценка характеристик выходного случайного процесса. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т4. Выделение сигнала из смеси сигнала и шума. Моделирование работы корреляционного приемника. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т5. Источники шумов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т6. Случайные поля и их модели. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Контроль самостоятельной работы проводится на практических занятиях и на КСР по окончании Т2, Т3, Т4, Т6.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

планом не предусмотрено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Ахманов, С.А. Статистическая радиофизика и оптика. [Электронный ресурс] / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 423 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/48263.

2. Захаров В.Е. Основы статистической радиофизики: Учебное пособие для студентов специальности 071500 - "Радиофизика и электроника" физического факультета. - Калининград: Изд-во КГУ, 1997. - 82 с. http://window.edu.ru/resource/699/22699.

б) дополнительная литература

1. Свешников, А.А. Прикладные методы теории марковских процессов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/590.

2. Трифонов А.П., Дудкин В.П., Маршаков В.К., Прибытков Ю.Н. Статистическая радиофизика и теория информации (Часть 2): Учебно-методическое пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 35. http://window.edu.ru/resource/208/27208.

в) программное обеспечение

1. Microsoft PowerPoint

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.

2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

Для самостоятельной работы предоставляются помещения оснащенные компьютерной технико1 с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программное обеспечение: Microsoft Word, Wolfram Programming Lab **(**https://lab.open.wolframcloud.com/app/).

10. Образовательные технологии:

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Практические занятия 1-10 проводятся в интерактивной форме.

11. Оценочные средства (ОС):

В расширенном виде ФОС приведены в приложении к программе.

11.1. Оценочные средства для входного контроля.

Не предусмотрено

11.2. Оценочные средства текущего контроля.

Текущий контроль реализуется в виде письменного текущего контроля на ПЗ1-ПЗ9. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-2.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

Усвоение студентом бакалавром изучаемой дисциплины максимально оценивается 100 баллами. Максимальное количество баллов за текущую работу в семестре ограничивается 60-ю баллами, на оценку экзамена максимально предусмотрено 30 баллов. Возможны «премиальные» баллы (от 0 до 10), которые могут быть добавлены бакалавру за активные формы работы, высокое качество выполненных практических работ и т.д.

За посещение одного вида занятия дается 0.58 балла (31 занятий (Л+Пз+КСР) * 0.58 балл = 18 балла), максимальное количество баллов за письменный контроль на КСР и Пз – 3.2 балла (13 занятий (КСР+ПЗ)*3.2 балл = 42 баллов).

Параметры оценочного средства для письменного текущего контроля на ПЗ1-ПЗ10, КСР1-КСР3.

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 3.2 балла.	Хорошо 2.5 балла	Удовлетв. 1 балла.	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно	Полностью выполнены все	Не полностью выполнены	Задание не выполнены или

	выполнены все задания.	задания, допущены одна – две ошибки. .	задания, допущены одна – две ошибки.	задание выполнено не полностью и допущено более 3-х ошибок. .

Вопросы для письменного текущего контроля приведены ниже:

Пз.1. 1.Какую величину называют случайной. Дискретная случайная величина? 2. Изобразить графически и записать плотность вероятности дискретной случайной величины? 3.Закон распределения, что он показывает? 4.Связь моментов случайной величины и характеристической функции.

Пз.2. 1. Запишите выражение для корреляционного момента двух дискретных случайных величин? 2. Чем характеризуется случайный процесс? 3.Как называется конкретный вид случайного процесса в определенном опыте? 4.Связь моментов случайной величины и характеристической функции?

Пз.3. 1. Каким условиям должна удовлетворять плотность вероятности случайного процесса? 2. Условная плотность вероятности, ее свойства? 3.Связь моментов случайной величины и характеристической функции?

Пз 4. 1. Какой вывод можно сделать если две гауссовы случайные величины некоррелированы? 2.Сформулируйте правило исключения «лишних» аргументов из условной плотности вероятности? 3. Эргодический случайный процесс?

Пз. 5 1. Каким образом преобразовать две коррелированные совместно-нормальные сл.в. к двум некоррелированным? 2. Стационарный и нестационарный случайные процессы? 3. Белый шум и его модели? 4. Узкополосный случайный процесс? 5.Центральная предельная теорема? 6.Распределение Пуассона?

Пз.6 1.Как вычислить энергетический спектр на выходе линейной цепи, зная энергетический спектр на ее входе? 2. На вход линейного фильтра подается сигнал. Какая должна быть АЧХ и ФЧХ линейного фильтра, что бы фильтр был согласованным?

Пз.7 1. Тепловые шумы линейных диссипативных систем? 2.Причины появления? 3.Формула Найквиста? 4.Корреляционная функция теплового шума?

Пз.8 1.Дробовой шум? 2.Причины появления? 3.Формула Шоттки?

Пз.9 1.Однородные поля? 2. Изотропные поля?

Параметры оценочного средства для письменного текущего контроля на ПЗ1-ПЗ10.

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично/ 3.2 балла.	Хорошо/ 2.5 балла	Удовлетв. / 1 балла.	Неудовл. / 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания.	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки.	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки.	Задание не выполнены или задание выполнено не полностью и допущено более 3-х ошибок.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-2 и проводится в форме экзамена. Форма проведения

экзамена – устный по билетам или письменный по билетам. Экзамены проводятся во время экзаменационных сессий в соответствии с расписанием.

Экзаменационный билет состоит из одного теоретического и одного практического вопроса. Экзаменационные задания (билеты) для приема экзаменов выполнены многовариантными, чтобы исключить возможность списывания и обмена информацией в ходе экзамена. Вопросы для самостоятельной подготовки студентов к экзамену приведены в приложении 1.

Студент бакалавр допускается к экзамену в том случае, если в течение семестра за текущую работу набрано 40 баллов и более. В противном случае выставляется 0 сессионных баллов. Во время экзамена студент бакалавр может набрать до 30 баллов. Если на экзамене ответ студента оценивается менее чем 10-ю баллами, то экзамен считается не сданным, студенту бакалавру выставляется 0 баллов, а в ведомость выставляется оценка «неудовлетворительно».

Если на экзамене студент набирает 10 и более баллов, то они прибавляются к сумме баллов за текущую работу и переводятся в академическую оценку, которая фиксируется в ведомости и зачетной книжке студентов.

Итоговый семестровый рейтинг	Академическая оценка
60-70 баллов	«удовлетворительно»
71-85 баллов	«хорошо»
86-100 баллов	«отлично»

Преподаватель имеет право выставить экзаменационную оценку (с согласия студента) без процедуры сдачи экзамена, если сумма баллов, набранная студентом за текущую работу составит 70 баллов. В этом случае к набранному студентом количеству баллов за текущую работу автоматически добавляется 20 баллов и выставляется соответствующая академическая оценка.

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовлетв.
Знание	Всесторонние глубокие знания **(10 -11 баллов)**	Знание материала в пределах программы **(7 -9 баллов)**	Отмечены пробелы в усвоении программного материала **(4 -6 баллов)**	Не знает основное содержание дисциплины **(0-3 балла)**
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются **(8 -10 баллов)**	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы **(6 -8 баллов)**	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные **(4 - 6 баллов)**	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы **(0-3 балла)**
Применение проф.	Дает емкие определения	Допускает неточности в	Путает понятия, редко использует	Затрудняется в определении

терминологии	основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию**(3-5 баллов)**	определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию **(2-3 балла)**	профессиональную терминологию **(1-2 балла)**	основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию (**0-2 балла**)
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения **(3-4 балла)**	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки **(2- 3 балла)**	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала **(1-2 балл)**	Косноязычная речь искажает смысл ответа (**0-1 балл**)

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

1. Плотности вероятностей и функции распределения.
2. Характеристическая функция.
3. Нормальный закон распределения.
4. Пуассоновский закон распределения.
5. Моменты непрерывных случайных величин.
6. Математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение.
7. Случайные процессы. Классификация случайных процессов.
8. Многомерные плотности вероятностей.
9. Корреляционная функция случайного процесса.
10. Стационарный процесс.
11. Эргодичный процесс.
12. Марковские случайные процессы.
13. Пуассоновский импульсный процесс.
14. Нормальный (гауссов) процесс.
15. Спектр мощности. Связь между спектром мощности и корреляционной функцией. Теорема Винера–Хинчина.
16. Стационарный узкополосный шум.
17. Функции корреляции и спектры АМ, ФМ и ЧМ модулированных случайных процессов.
18. Огибающая, фаза, квадратурные компоненты квазигармонического случайного процесса.
19. Узкополосный гауссовый шум. Распределение Релея.
20. Детерминированный сигнал и гауссовый шум. Распределение Райса.
21. Преобразование спектров и корреляционных функций линейными системами.
22. Преобразование шума в узкополосных линейных системах.
23. Нормализация шумов.
24. Преобразование вероятностей, спектров и корреляционных функций в нелинейных системах.
25. Тепловые флуктуации в проводниках. Флуктуационно-диссипативная теорема. Формула Найквиста.
26. Техническая и естественная ширины спектральной линии автогенератора.
27. Укороченные уравнения генератора. Флуктуации амплитуды и фазы в генераторе. Естественный спектр колебаний автогенератора.
28. Однородные и изотропные поля.

29. Пространственные корреляционные функции. Случайные волны.

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. С.И. Книжин

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «19» апреля 2018 г.

Протокол № 10 И.О.Зав. кафедрой Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.