

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)**

Кафедра \_\_\_\_\_ Радиосистем и обработки сигналов  
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №\_18.04/13-Д

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория сложных сигналов

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр

(квалификация)

Радиотехнические системы

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.01 Радиотехника», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014 № 1409, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория сложных сигналов» является:

углубленное изучение характеристик сложных сигналов и особенностей их генерации и обработки при приеме в современных радиосистемах. Изучение дисциплины «Теория сложных сигналов» обеспечивает возможность расширения и углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовой дисциплины профессионального цикла «Радиотехнические системы», позволяет студентам получить углубленные знания, навыки и компетенции для успешной профессиональной проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности в области разработки и использования радиолокационных, навигационных и связных систем различного назначения, а также для дальнейшего обучения в аспирантуре. Изучение данной дисциплины должно способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи изучаемой специальности, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

Эти цели достигаются на основе фундаментализации, интенсификации и индивидуализации процесса обучения путём внедрения и эффективного использования достижений системотехники, вычислительной математики и вычислительной техники.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория сложных сигналов» Б1.В.ДВ.02.01 является одной из дисциплин цикла учебного плана подготовки магистров по направлению «11.04.01 Радиотехника».

Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Теория и техника радиолокации и радионавигации».

Изучение данной дисциплины развивает способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2). Приобретенные студентами знания и навыки должны быть использованы для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) в виде магистерской диссертации, представляющей собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенции, установленные ФГОС ВО

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
-------	-----------------	--------------------------

1	ПК-2	способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ
2	ПК-18	способностью проводить лабораторные и практические занятия с обучающимися, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров

#### Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Код компетенции	знать	уметь	владеть
ПК-2	стандартные пакеты прикладных программ	моделировать объекты и процессы	имеющимися средствами исследований
ПК-18	учебный план бакалавров	проводить лабораторные и практические занятия с обучающимися	руководством выпускных квалификационных работ бакалавров

#### Дополнительные компетенции

Таблица 3

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПСК-1	способности ставить статистические задачи синтеза и анализа радиотехнических систем и самостоятельно выбирать вариант метода их решения
2	ПСК-3	способности грамотно формулировать задачи и направления исследования радиотехнических систем и их реализации на современной элементной базе, умения предлагать пути решения поставленных задач, и отстаивать свою точку зрения

#### Планируемые результаты обучения

Таблица 4

Код компетенции	знать	уметь	владеть
ПСК-1	статистические задачи синтеза и анализа радиотехнических систем	самостоятельно выбирать вариант решения задач синтеза и анализа систем	методами решения радиотехнических задач
ПСК-3	современную элементную базу	грамотно формулировать задачи и направления исследования систем	путями решения поставленных задач

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### Очная форма обучения

Таблица 5

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			2
Общая трудоемкость		6 ЗЕТ	216
Контактная работа с обучающимися		72.35	72.35

в том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Защита контрольной работы		-
Защита курсовой работы		-
Защита курсового проекта		-
Промежуточная аттестация	2.35	2.35
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>	110	110
в том числе:		
Курсовая работа		-
Курсовой проект		-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.	110	110
Подготовка к промежуточной аттестации	33.65	33.65
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		Экзамен

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.0	Основные виды сигналов, используемых в радиолокации и системах связи, и их параметры. Тригонометрическая форма представления сигналов, тригонометрическая форма в виде суммы квадратурных составляющих, комплексная форма записи и в виде разложения в ряд (ряд Котельникова).	2		
2	Раздел 2. Модель принимаемых сигналов - одиночных и пачек импульсов.	Модель одиночных импульсов - детерминированные, квазидетерминированные, случайные. Модели пачек - когерентные, медленно и быстрофлюктуирующие пачки принимаемых сигналов.	2		
3	Раздел 3. Понятие разрешающей способности РЛС по дальности, скорости и угловым координатам - разрешаемый объем.	Критерий разрешения Релея. Разрешающая способность по дальности и скорости для простых сигналов. Противоречие простых сигналов по параметрам разрешающей способности по дальности и скорости, а также между дальностью действия РЛС и разрешающей способности по дальности. Разрешаемый объем.	2		

4	Раздел 4. Разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов.	Сжатие сложных сигналов по времени и спектру - разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов. Разрешение противоречий характерных для простых сигналов при применении сложных сигналов.	2		
5	Раздел 5. Функция неопределенности радиосигналов.	Понятие ФН радиосигналов и ее свойства. Связь ФН с выходным эффектом оптимального приемника. Зависимость точности оценки дальности и скорости от вида ФН.	2		
6	Раздел 6. Сложные ЛЧМ сигналы.	ФН сложного ЛЧМ сигнала, сжатие ЛЧМ сигнала по времени согласованным фильтром и сжатие по спектру.	2		
7	Раздел 7. Сложные ФМ сигналы	ФН сложного ФМ сигнала сжатия ФМ по спектру	2		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 7

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Перспективные методы обработки сигналов и полей в радиотехнических системах
2	Приемо-передающие устройства
3	Современные методы обработки сигналов и полей

«Теория сложных сигналов является дисциплиной, завершающей теоретическое обучение по программе 11.04.01 Радиотехника»

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.0	2	4	4		12	22
2	Раздел 2. Модель принимаемых сигналов - одиночных и пачек импульсов.	2	4			12	18
3	Раздел 3. Понятие разрешающей способности РЛС по дальности, скорости и угловым координатам - разрешаемый объем.	4	6	4		12	26
4	Раздел 4. Разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов.	4	4	4		18	30
5	Раздел 5. Функция неопределенности радиосигналов.	2	4	4		18	28
6	Раздел 6. Сложные ЛЧМ сигналы.	3	4	4		18	29

7	Раздел 7. Сложные ФМ сигналы	3		4		20	27
Итого:		20	26	24	-	110	180

## 6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	1.Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.	4
2	3	Расчет размеров разрешаемого объема по заданным параметрам РЛС.	4
3	4	Расчет размеров разрешаемого объема по заданным параметрам РЛС.	4
4	5	Разработка программы расчета сечений ФМ простых сигналов.	4
5	6	Определение параметров согласованных фильтров для сложных ЛЧМ сигналов.	4
6	7	Определение параметров согласованных фильтров для сложных ФМ сигналов.	4
Итого:			24

## 7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Определение квадратурных составляющих простых и сложных сигналов.	4
2	2	Расчет автокорреляционных функций видео и радиоимпульсов.0	4
3	3	0Расчет разрешающей способности по дальности и скорости для простых сигналов, одиночных и пачек.	6
4	4	Расчет разрешающей способности по дальности и скорости для сложных сигналов.0	4
5	5	Определение ФН для простых сигналов.	4
6	6	Определение ФН для простых сигналов.	4
Итого:			26

## 8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

## 9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 11

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.	ТК	12
2	Модель принимаемых сигналов - одиночных и пачек импульсов.	ПК	12
3	Понятие разрешающей способности РЛС по дальности, скорости и угловым координатам - разрешаемый объем.	ТК	12
4	Разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов.0	ТК	18
5	Функция неопределенности радиосигналов.	ПК	18
6	Сложные ЛЧМ сигналы	ТК	18
7	Сложные ФМ сигналы	ТК	20
Итого:			110

## 10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

## 11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с Методическими рекомендациями по формированию ФОС и приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017г. № 301 г. Москва "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" и является приложением к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;



- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

## **12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### 12.1. Основная литература:

1. Денисов В.П. Радиотехнические системы [Электронный ресурс] / В.П. Денисов, Б.П. Дудко, 2012. - 334 с.

### 12.2. Дополнительная литература:

1. Котоусов А. С. Теоретические основы радиосистем. Радиосвязь, радиолокация, радионавигация [Текст] : учебное пособие / А. С. Котоусов ; рец.: В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, 2002. - 224 с.

## **13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- [www.sut.ru](http://www.sut.ru)
- [lib.spbgut.ru/jirbis2\\_spbgut](http://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut)

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

### 14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office

### 14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

## **15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Теория сложных сигналов» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### 15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над

конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### 15.3. Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

### 15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных

аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые

- слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
  - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
  - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
  - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### 15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

### 16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 12

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Лаборатория радиолокации и радионавигации; Лаборатория радиорелейных и спутниковых систем	Лабораторное оборудование
4	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
5	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
6	Аудитория для самостоятельной работы	Персональные компьютеры
7	Читальный зал	Персональные компьютеры