

**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 №\_20.04/141-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 19.09.2017 № 925, 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.07 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.01 Радиотехника». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Теоретические основы статистической радиотехники».

Изучение данной дисциплины развивает способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности. 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:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-4	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

2	ПК-9	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников
---	------	--

#### Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-4.1	Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований
ПК-4.2	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования
ПК-4.3	Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов
ПК-9.1	Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса радиотехнических устройств и систем
ПК-9.2	Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке радиотехнических устройств и систем
ПК-9.3	Владеет навыками конструирования радиотехнических устройств и систем

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			2
Общая трудоемкость		4 ЗЕТ	144
<b>Контактная работа с обучающимися</b>			58.35
в том числе:			
Лекции			16
Практические занятия (ПЗ)			22
Лабораторные работы (ЛР)			18
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация			2.35
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>			52
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.			52
Подготовка к промежуточной аттестации			33.65
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			Экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ 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 быстросфлюктуирующие 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 способностью 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 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Линии радиосвязи и методы их защиты
2	Современные системы радиолокации

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.0	2	4	2		6	14
2	Раздел 2. Модель принимаемых сигналов - одиночных и пачек импульсов.	2	4			6	12
3	Раздел 3. Понятие разрешающей способности РЛС по дальности, скорости и угловым координатам - разрешаемый объем.	3	4	2		6	15
4	Раздел 4. Разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов.	3	4	2		8	17
5	Раздел 5. Функция неопределенности радиосигналов.	2	2	4		8	16
6	Раздел 6. Сложные ЛЧМ сигналы.	2	4	4		8	18
7	Раздел 7. Сложные ФМ сигналы	2		4		10	16
Итого:		16	22	18	-	52	108

## 6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Классификация полезных сигналов. Основные математические модели радиосигналов.	2
2	3	Расчет размеров разрешаемого объема по заданным параметрам РЛС.	2
3	4	Расчет размеров разрешаемого объема по заданным параметрам РЛС.	2
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:			18

## 7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ 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.	4
3	3	Расчет разрешающей способности по дальности и скорости для простых сигналов, одиночных и пачек.	4
4	4	Расчет разрешающей способности по дальности и скорости для сложных сигналов	4
5	5	Определение ФН для простых сигналов.	2
6	6	Определение ФН для простых сигналов.	4
Итого:			22

## 8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

## 9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 9

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным и практическим работам	отчет, тест	6
2	Работа с литературой. Подготовка практическим работам	тест	6
3	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным и практическим работам	отчет, тест	6
4	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным и практическим работам	отчет, тест	8
5	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным и практическим работам	отчет, тест	8
6	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным и практическим работам	отчет, тест	8
7	Работа с литературой. Подготовка к лабораторным работам	отчет, тест	10
Итого:			52

## 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 локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) 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. - Томск : ТУСУР, 2012. - 334 с. : ил. - ISBN TUSUR073 : Б. ц.

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. - М. : Радио и связь, 2002. - 224 с. : ил. - Библиогр. : с. 221. - ISBN 5-256-01640-7 : 107.00 р.

## **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 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, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), 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

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

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.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. 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 10

№ 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	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры
7	Лаборатория радиолокации и радионавигации	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы
8	Лаборатория радиорелейных и спутниковых систем	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы