



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

- обеспечение студентов базовыми знаниями, навыками и представлениями в области каналов управления

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- освоение методов анализа устойчивых к помехам радиотехнических средств;

- изучение принципов построения устройств устойчивых к электромагнитному импульсу;

- освоение методов расчета помехоустойчивости каналов связи;

- изучение структур сетей радиоуправления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОНОН

Дисциплина «Каналы управления» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Каналы управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3-Способен осуществлять анализ радиотехнических цепей устройств радиоэлектроники, функциональных блоков систем передачи, приема и обработки сигналов

ПК-4-Способен учитывать современные тенденции развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  |
|-------------|--|
| ПК-3        | Знать алгоритм расчета энергетических параметров каналов управления  |
|             | Уметь решать задачи анализа простейших трасс доведения информации при противодействии                            |
|             | Владеть основами терминологии по каналам управления и методами анализа свойств устройств противодействия помехам |
| ПК-4        | Знать алгоритмы добывания и сбора информации   |
|             | Уметь применять синтез и анализ оптимальных алгоритмов обнаружения и различения сигналов                         |

|  |  |
|--|--|
|  | Владеть базовыми методами поиска оптимальных решений по сбору и обработке информации в высокоустойчивых сетях управления |
|--|--|

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Каналы управления» составляет 4з.е. Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                             | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 7        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>               | 72          | 72       |
| В том числе:                                    |             |          |
| Лекции  | 36          | 36       |
| Лабораторные работы (ЛР)                        | 36          | 36       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                   | 72          | 72       |
| Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой | +           | +        |
| Общая трудоемкость академические часы           | 144         | 144      |
| з.е.  | 4           | 4        |

#### **заочная форма обучения**

| Виды учебной работы               | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   |             | 9        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | 26          | 26       |
| В том числе:                      |             |          |
| Лекции                            | 10          | 10       |
| Лабораторные работы (ЛР)          | 16          | 16       |
| <b>Самостоятельная работа</b>     | 114         | 114      |
| <b>Контрольная работа</b>         | +           | +        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Часы на контроль                                | 4   | 4   |
| Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой | +   | +   |
| Общая трудоемкость академические часы           | 144 | 144 |
| з.е.  | 4   | 4   |

## 5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п                  | Наименование темы   | Содержание раздела   | Лекц      | Лаб. зан. | СРС       | Всего, час |
|------------------------|---|--|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1                      | Каналы управления   | Введение. Предмет и задачи курса. Методологические основы анализа и синтеза каналов управления. Условия функционирования каналов управления. Модель канала. Методы защиты каналов управления от воздействующих факторов, виды стойкости. Ранжирование методов защиты. Виды стойкости.  | 8         | 8         | 20        | 36         |
| 2                      | Обеспечение помехоустойчивого приема при совокупности флуктуационной, узкополосной и импульсной помехах | Методы повышения помехоустойчивости приема в широкополосных системах передачи информации. Анализ влияния амплитудных и фазовых искажений анализатора спектра на величину энергетических потерь. Влияние искажений на снижение помехоустойчивости приема. Импульсные помехи, совместное подавление узкополосных и импульсных помех. | 10        | 8         | 20        | 38         |
| 3                      | Методы реализации согласованного фильтра  | Активный и пассивный согласованные фильтры. Согласованный фильтр на линии задержки. Синхронизация, время синхронизации при пассивном и активном согласованных фильтрах, Повышение достоверности приема. Дробление информационного символа и разнесение его частей по времени.  | 10        | 12        | 20        | 42         |
| 4                      | Энергетические параметры канала управления  | Понятие о потерях при распространении радиоволн. Методика расчета вероятности доведения информации при множественных ЭМИ. Перспективы развития методов повышения надежности каналов управления.  | 8         | 8         | 12        | 28         |
| <b>Зачет с оценкой</b> |   |  |           |           |           |            |
| <b>Итого</b>           |   |  | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>72</b> | <b>144</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п        | Наименование темы   | Содержание раздела   | Лекц      | Лаб. зан. | СРС       | Всего, час |
|--------------|---|--|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1            | Каналы управления   | Введение. Предмет и задачи курса. Модель канала. Методы защиты каналов управления от воздействующих факторов.  | 2         | 4         | 20        | 26         |
| 2            | Обеспечение помехоустойчивого приема при совокупности флуктуационной, узкополосной и импульсной помехах | Методы повышения помехоустойчивости приема в широкополосных системах передачи информации. Влияние искажений на снижение помехоустойчивости приема. Импульсные помехи, совместное подавление узкополосных и импульсных помех. | 4         | 4         | 30        | 38         |
| 3            | Методы реализации согласованного фильтра  | Активный и пассивный согласованные фильтры. Согласованный фильтр на линии задержки. Повышение достоверности приема.  | 2         | 4         | 16        | 22         |
| 4            | Энергетические параметры канала управления  | Понятие о потерях при распространении радиоволн. Расчет вероятности доведения информации при множественных ЭМИ..   | 2         | 4         | 12        | 18         |
|              |   | Зачет с оценкой  |           |           |           | 4          |
| <b>Итого</b> |   |  | <b>10</b> | <b>16</b> | <b>78</b> | <b>144</b> |

### 5.2. Перечень лабораторных работ

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторной работы   | Кол-во часов |
|-------|----------------------|--|--------------|
| 1     | 1                    | Ознакомление с измерительными приборами при настройке приемной аппаратуры                              | 2            |
| 2     | 1                    | Ознакомление с измерительными приборами при настройке передающей аппаратуры                            | 4            |
| 3     | 1                    | Изучение методики измерения электромагнитной обстановки. Практическая реализация                       | 4            |
| 4     | 2                    | Изучение рабочего места блока подавления узкополосных и импульсных помех и исследование его параметров | 2            |
| 5     | 2                    |  | 2            |

|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 6  | 2 | Исследование автокорреляционной функции широкополосного сигнала от степени загрузки диапазона узкополосными помехами | 4 |  |
| 7  | 3 | Изучение рабочего места блока корреляторов и исследование его параметров   | 2 |  |
| 8  | 3 |  | 2 |  |
| 9  | 3 | Исследование параметров синтезатора частот   | 4 |  |
| 10 | 3 | Ознакомление с рабочим местом блока цифровой обработки сигналов (ЭВМ)  | 4 |  |
| 11 | 4 | Комплексный стенд регулировки широкополосного приемника, исследование его параметров                                 | 2 |  |
| 12 | 4 | Автоматизированный измерительный комплекс диагностирования радиоаппаратуры   | 4 |  |

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются последующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>   | <b>Критерии оценивания</b> | <b>Аттестован</b>   | <b>Неаттестован</b>   |
|--------------------|--|----------------------------|---|---|
| ПК-3               | Знать алгоритм расчета энергетических параметров каналов управления  | Выполнение заданий.        | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | Уметь решать задачи анализа простейших трасс доведения информации при противодействии                            | Решение задач .            | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | Владеть основами терминологии по каналам управления и методами анализа свойств устройств противодействия помехам | Выполнение расчетов.       | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|      |  |                      |   |   |
|------|--|----------------------|---|---|
| ПК-4 | Знать алгоритмы добывания и сбора информации   | Выполнение заданий.  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | Уметь применять синтез и анализ оптимальных алгоритмов обнаружения и различения сигналов                                 | Решение задач .      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | Владеть базовыми методами поиска оптимальных решений по сбору и обработке информации в высокоустойчивых сетях управления | Выполнение расчетов. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для заочной формы обучения почетырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  | Критерии оценивания | Отлично  | Хорошо  | Удовл.   | Неудовл.                             |
|-------------|--|---------------------|--|---|--|--------------------------------------|
| ПК-3        | Знать алгоритм расчета энергетических параметров каналов управления  | Решение задач.      | Выполнено естестана 90- 100%                           | Выполнено естана 80- 90%  | Выполнено естана 70- 80%                                 | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | Уметь решать задачи анализа простейших трасс доведения информации при противодействии                            | Решение задач       | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | Владеть основами терминологии по каналам управления и методами анализа свойств устройств противодействия помехам | Решение задач       | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ПК-4        | знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)   | Решение задач       | Выполнено естестана 90- 100%                           | Выполнено естана 80- 90%  | Выполнено естана 70- 80%                                 | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)   | Решение задач       | Задачи решены в полном объеме и получены               | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ                 | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|  |  |                      |  |   |  |                    |
|--|--|----------------------|--|---|--|--------------------|
|  |  |                      | верные<br>ответы   | во всех<br>задачах  |  |                    |
|  | владеть (переносится из<br>раздела 3 рабочей<br>программы) | Решен<br>ие<br>задач | Задачи<br>решены в<br>полном<br>объеме и<br>получены<br>верные<br>ответы | Продемонстр<br>ирован<br>верный ход<br>решения всех,<br>но не получен<br>верный ответ<br>во всех<br>задачах | Продемонстр<br>ирован<br>верный ход<br>решения в<br>большинстве<br>задач | Задачинере<br>шены |

## **7.2. Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

*Тесты не предусмотрены*

### **7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

*Индивидуальные задания*

### **7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

*Индивидуальные задания*

### **7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Система каналов радиуправления. Иерархические уровни построения системы.
2. Классификация по назначению, охвату территории, виду базирования, функциональному назначению. Вероятность доведения в системе каналов с резервированием.
3. Активный и пассивный согласованные фильтры.
4. Последовательность операций при проектировании каналов управления с учетом совокупности условий функционирования, ограничений и показателей качества системы.
5. Согласованный фильтр на линии задержки
6. Математический и инженерный синтез, частный и глобальный синтез. Декомпозиция (членение) системы.
7. Температурный коэффициент линии задержки и его влияние на энергетические потери.
8. Выбор показателя эффективности с учетом ограничений на систему (канал) в целом и на отдельные ее параметры.
9. Корреляционный прием.
10. Анализ условий функционирования канала управления, влияющих на величину показателя эффективности: негативные воздействия на систему, спецвоздействия, помехи.
11. Синхронизация, время синхронизации при пассивном и активном согласованных фильтрах, среднее время удержания синхронного состояния.
12. Обоснование требований, предъявляемых к каналам. Определение методов повышения устойчивости каналов управления, разработка

методов реализации характеристик устойчивости. Перспективы совершенствования.

13. Ускоренный поиск сигнала при доплеровском смещении частоты, рециркулятор
14. Параметры электромагнитного импульса. СВЧ-излучение, суточные и сезонные изменения при распространении радиоволн, ионосферные возмущения, дисперсия сигналов в среде распространения, доплеровское отклонение частоты, помехи, радиоподавление.
15. Повышение достоверности приема при мажоритарном выборе и когерентном накоплении.
16. Модель функционирования каналов управления.
17. Дробление информационного символа и разнесение его частей во времени.
18. Ранжирование методов защиты по влиянию на достоверность доведения информации по каналам управления.
19. Понятие о потерях при распространении радиоволн.
20. Виды стойкости: живучесть, помехозащищенность, ионизационная стойкость.
21. Учет потерь при распространении радиоволн в воде и грунте.
22. Пропускная способность канала при ограничении пиковой мощности, формула Шеннона.
23. Зависимость доведения информации от отношения сигнал/помеха для различных диапазонов волн.
24. Широкополосный сигнал, обесцвечивающий фильтр
25. Варианты построения каналов управления с ретрансляторами и без ретрансляторов.

#### **7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

#### **7.2.7. Паспорт оценочных материалов**

| №п/п | Контролируемые разделы(темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|------|--|--------------------------------|----------------------------------|
| 1    | Каналы управления  | ПК-3, ПК-4                     | Защита лабораторных работ.       |
| 2    | Обеспечение помехо-устойчивого приема при совокупности флуктуационной, узкополосной и импульсной помехах | ПК-3, ПК-4                     | Защита лабораторных работ.       |
| 3    | Методы реализации согласованного фильтра   | ПК-3, ПК-4                     | Защита лабораторных работ.       |
| 4    | Энергетические параметры канала управления   | ПК-3, ПК-4                     | Защита лабораторных работ.       |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

- 1. Акулиничев, Ю. И.** Системы радиосвязи : учебное пособие / Ю.П. Акулиничев; А.С. Бернгардт. - Томск : ТУСУР, 2015. - 194 с. [URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480584](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480584)
- 2. Нанасюк, Ю. И.** Электромагнитные поля / Ю.Н. Панасюк; А.П. Пудовкин. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 96 с. - ISBN 978-5-8265-1266-1. [URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277994](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277994)

**8.2. Перечень информационных технологий, используемы при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных информационных справочных систем:**

Офисный пакет приложений MicroSoftOffice, Веб-браузер Internet Explorer; Open Office Text; Open Office Calc. Свободно распространяемое ПО. Научная электронная библиотека eLibrary ([www. elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

- стенд автоматизированного контроля радиоаппаратуры,
- стенд исследований блока подавления узкополосных помех,
- стенд исследования блока корреляторов,
- стенд исследования синтезатора частот,
- измеритель поля FSM-11,
- генератор ГЗ-33,
- осциллограф С1-77,
- вольтметр В7-26,
- измеритель проходящей мощности.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Каналы управления».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой отчетов по лабораторным работам.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента  |
|---------------------|--|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <p>трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>  |
| Лабораторная работа                   | <p>Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>   |
| Самостоятельная работа                | <p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | <p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>   |