



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**И. о. проректора**

**\_\_\_\_\_ А.В. Троицкий**

**« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.**

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления  
технологическими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Авторы: Хуртин Е.А., Мороз А.П. Рабочая программа дисциплины: Основы современной телеметрии – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.**

**Рецензент: к.т.н., доцент Аббасова Т.С.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 Управление в технических системах и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Технологического Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| Заведующий кафедрой ИТУС (ФИО, ученая степень, звание, подпись) | Артюшенко В.М.<br>д.т.н. профессор<br> |  |  |  |
| Год утверждения (переподтверждения)                             | 2023  |  |  |  |
| Номер и дата протокола заседания кафедры                        | № 12 от 05.04.2023  |  |  |  |

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП ВО**  **к.т.н., доц. Е.Н. Дмитренко**

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

|                                      |                   |  |  |  |
|--------------------------------------|-------------------|--|--|--|
| Год утверждения (переподтверждения)  | 2023              |  |  |  |
| Номер и дата протокола заседания УМС | № 5 от 11.04.2023 |  |  |  |

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по способам представления телеметрируемых параметров, принципам формирования телеметрического потока, оценке погрешности телеизмерений, методам передачи и приема телеметрической информации (ТМИ).

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Профессиональные компетенции**

- (ПК-5) способность составлять паспорта проекта или программы в РКП.

- (ПК-7) способность проводить работы по направлению проектной деятельности по проекту или программе РКП

Основными **задачами** дисциплины являются:

- ознакомление с теорией и методами представления телеметрируемых параметров, передачи, приема и обработки ТМИ;

- обучение работе по оценке погрешностей телеизмерений, энергетической эффективности радиолинии и эффективности использования полосы частот;

- приобретение навыков самостоятельной работы по проектированию бортовых и наземных элементов систем ракетной телеметрии.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Необходимые знания**

Требования стандартов по оформлению паспорта проекта или программы РКП.

Российские и международные стандарты руководства качеством;

Структуру декомпозиции работ

### **Необходимые умения**

Анализировать проектные данные с учетом перспектив развития РКП.

Оценивать влияние изменений по проекту на технические параметры проекта в РКП;

Контролировать соблюдение требований контракта (договора), технического задания, проектной, рабочей документации для реализации проекта или программы в РКП.

### **Трудовые действия**

Методами показателей качества проекта или программы в РКП;

Методами описания содержания проекта и декомпозиции работ проекта в РКП.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Основы современной телеметрии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Физика», «Электротехника» и компетенциях: УК-1, ОПК-2, ПК-2,3.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## **3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Таблица 1

| Виды занятий                                       | Всего часов   | Семестр      | Семестр        |
|--|---------------|--------------|----------------|
|  |               | шестой       | седьмой        |
| <b>Общая трудоемкость</b>                          | <b>288</b>    | <b>108</b>   | <b>180</b>     |
| <b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>                        |               |              |                |
| <b>Аудиторные занятия</b>                          | <b>96</b>     | <b>48</b>    | <b>48</b>      |
| Лекции (Л)   | 32            | 16           | 16             |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 64            | 32           | 32             |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -             | -            | -              |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>192</b>    | <b>60</b>    | <b>132</b>     |
| <b>Курсовые работы (проекты)</b>                   | -             |              |                |
| <b>Расчетно-графические работы</b>                 | -             |              |                |
| <b>Контрольная работа, домашнее задание</b>        | +             | +            | +              |
| <b>Текущий контроль знаний (7-8, 15-16 неделя)</b> | тест          | тест         | тест           |
| <b>Вид итогового контроля</b>                      | <b>Зачет/</b> | <b>зачет</b> | <b>экзамен</b> |

|  |                |  |  |
|--|----------------|--|--|
|  | <b>ЭКЗАМЕН</b> |  |  |
|--|----------------|--|--|

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

| Наименование тем   | Лекции, час | Практические занятия, час | Занятия в интерактивной форме, час | Код компетенций |  |
|--|-------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------|--|
| <b>Шестой семестр</b>  |             |                           |                                    |                 |  |
| <b>Тема 1.</b> Телеметрия и области ее применения                    | 2           | 2                         | -                                  | ПК-5<br>ПК-7    |  |
| <b>Тема 2.</b> Телеметрируемые параметры и способы их представления  | 6           | 14                        | 4                                  |                 |  |
| <b>Тема 3.</b> Модулированные сигналы                                | 4           | 8                         | 6                                  |                 |  |
| <b>Тема 4.</b> Погрешности телеизмерений                             | 2           | 4                         | 3                                  |                 |  |
| <b>Тема 5.</b> Количественная оценка телеметрической информации      | 2           | 4                         | 3                                  |                 |  |
| <b>Итого</b>   | <b>16</b>   | <b>32</b>                 | <b>16</b>                          |                 |  |
| <b>Седьмой семестр</b>   |             |                           |                                    |                 |  |
| <b>Тема 6.</b> Адаптивные процедуры в телеметрии                     | 2           | 2                         | 2                                  |                 |  |
| <b>Тема 7.</b> Принципы разделения сигналов                          | 4           | 8                         | 6                                  |                 |  |
| <b>Тема 8.</b> Аналоговые методы передачи телеметрической информации | 2           | 4                         | 2                                  |                 |  |
| <b>Тема 9.</b> Цифровые методы передачи телеметрической информации   | 2           | 4                         | 2                                  |                 |  |
| <b>Тема 10.</b> Средства телеметрии                                  | 4           | 8                         | 2                                  |                 |  |
| <b>Тема 11.</b> Обработка и анализ телеметрической информации        | 2           | 6                         | 2                                  |                 |  |
| <b>Итого</b>   | <b>16</b>   | <b>32</b>                 | <b>16</b>                          |                 |  |
| <b>Всего</b>   | <b>32</b>   | <b>64</b>                 | <b>32</b>                          |                 |  |

##### 4.2. Содержание тем дисциплины

## Шестой семестр

### **Тема 1. Телеметрия и области ее применения**

Основные понятия телеметрии. Назначение телеметрических систем. Классификация видов телеметрической информации. Общие требования к телеметрическим системам. *Состав информационно-телеметрического комплекса (ИТК)*. Первичная и вторичная обработка данных. *Классификация информационно-телеметрических систем (ИТС)*: по назначению, по области применения, по принципу измерения, по способу разделения каналов, по типу линии связи, по принципу использования канала связи, по способу передачи ТМИ, по информативности, по способу обслуживания ИТС. Система передачи и обработки информации. Сообщение и сигнал. Дискретные и непрерывные сигналы. Канал связи. Длительность сигнала, динамический диапазон и ширина спектра.

### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

Классификация телеметрируемых параметров. Функциональные и сигнальные параметры. Медленно меняющиеся и быстро меняющиеся. Телеметрические сообщения: события, величины, процессы. Способы представления телеметрической информации: непрерывный, дискретный, квантованный, дискретно-квантованный. . Определение и классификация сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Постоянный сигнал, гармонический сигнал, последовательность импульсов. Три вида представления гармонического сигнала – аналитическая, временная и векторная формы представления.

Периодические сигналы. Ортогональные сигналы. Спектр периодического сигнала. Энергия и мощность сигнала. Неравенство Бесселя. Равенство Парсевалья. Непериодические сигналы. Свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Связь между временными и спектральными характеристиками сигнала. . Случайные сигналы и их аналитическое описание. Одномерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики. Многомерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Дискретизация и квантование непрерывных сообщений. Методы дискретизации сигналов. Равномерная дискретизация. Адаптивная дискретизация. Квантование по уровню.

### **Тема 3. Модулированные сигналы**

Классификация методов модуляции. Амплитудная модуляция. Коэффициент модуляции, спектр сигнала и ширина спектра. Угловая модуляция. Индекс модуляции, девиация частоты, ширина спектра. Модуляция импульсных носителей. Амплитудно-импульсная, широтно-импульсная и времяимпульсная модуляция. Временная форма сигнала и спектр сигнала. Манипулированные сигналы.

#### **Тема 4. Погрешности телеизмерений**

Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений. Верность оценки телеметрического сообщения и точность телеизмерения. Абсолютная и относительная погрешность. Шкала измерения параметра. Среднеквадратическая погрешность. Суммарная погрешность телеизмерений и ее составляющие. Классификация погрешностей по признакам: методические и инструментальные, аддитивные и мультипликативные, динамические и статические, систематические и случайные, аномальные. Вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по известным среднеквадратическим погрешностям составляющих. Суммирование систематических погрешностей.

Погрешности квантования функциональных параметров. Погрешность дискретизации функциональных параметров. Погрешность дискретизации при восстановлении функциональных параметров с помощью фильтров. Погрешность дискретизации при восстановлении параметра с помощью степенных полиномов. Погрешности дискретизации сигнальных параметров. Погрешность отсчета времени при передаче сигнальных параметров в канале с шумами. Оценка шумовой погрешности в канале связи.

#### **Тема 5. Количественная оценка телеметрической информации**

Количество информации, получаемой при измерении функциональных параметров. Энтропия. Закон распределения случайной величины. Плотность вероятности. Коэффициент корреляции. Оценка количества информации о функциональных параметрах. Оценка количества информации о сигнальных параметрах.

### **Седьмой семестр**

#### **Тема 6. Адаптивные процедуры в телеметрии**

Проблема сжатия данных. Задачи сжатия данных. Задачи и общая характеристика техники сжатия данных в телеметрии. Динамичность контролируемого параметра. Цель сжатия данных. Модель информационного канала телеметрической системы. Понятие «полезная информация». Информационное содержание задачи сжатия данных. Объем сообщений. Объем аналого-дискретных сообщений. Объем сообщений и количество передаваемой информации. Сжатие объема сообщений. Избыточность сообщений.

Математическое содержание задачи сжатия данных. Постановка задачи. Квазиобратимое сжатие. Операторы представления и восстановления. Задача восстановления и задача сжатия. Метрика для пространств Евклида и Гильберта. Восстановление сообщения в линейном пространстве. Базис и

координаты. Параметры алгоритмов сжатия. Адаптивные алгоритмы сжатия. Классификация и основные определения теории и техники сжатия данных. Необратимые и квазиобратимые преобразования. Классификация методов сжатия. Регулярный и адаптивный способы формирования координат. Однопараметрическая и двухпараметрическая адаптация. Две схемы построения алгоритмов сжатия данных с двухпараметрической адаптацией. Принципы построения адаптивных алгоритмов сжатия данных. Критерии оценки алгоритмов сжатия данных. Классификация и отличительные особенности алгоритмов сжатия. Алгоритмы с интерполяцией, с экстраполяцией, с интерполяцией и экстраполяцией. Коэффициент сжатия данных. Эффективность представления сообщений. Время-адресная (служебная) информация. Коэффициент сложности алгоритма. Время задержки сообщения в аппаратуре сжатия. Показатель помехоустойчивости.

### **Тема 7. Принципы разделения сигналов**

Общие сведения о многоканальных системах телеметрии. Линейные и нелинейные методы разделения сигналов (каналов). Основы линейного разделения сигналов. Представление группового сигнала с помощью системы функций. Представление сигналов в виде векторов многомерного пространства. Линейно-независимые векторы, ортогональные векторы. Ортонормированный базис. Ортогональные функции.

Нелинейное разделение сигналов. Комбинационный метод разделения. Метод разделения сигналов по уровню.

### **Тема 8. Аналоговые методы передачи телеметрической информации**

Показатели качества аналоговых телеметрических радиолиний. Точность, достоверность и скорость передачи данных. Удельные показатели расхода энергии и полосы частот. Энергетическая эффективность аналоговой радиолинии. Эффективность использования полосы частот.

Информационно-телеметрическая система с сигналами АИМ-ЧМ. Структурная схема приемной части. Параметры шума на выходе ЧД и ФНЧ. Среднеквадратическое значение шумовой погрешности  $\gamma_{\text{э АИМ-ЧМ}}$  при АИМ-ЧМ. Вклад отдельного канала в погрешность  $\gamma_{\text{э АИМ-ЧМ}}$  на выходе ФНЧ.

Помехоустойчивость радиолинии ВИМ-АМ. Групповой видеосигнал с ВИМ. Индекс временной модуляции, его оптимальное значение. Решающее устройство. Оценка помехоустойчивости радиолинии ВИМ-АМ. Оценка параметров радиолинии ВИМ-АМ.

### **Тема 9. Цифровые методы передачи телеметрической информации**

Достоинства цифровых методов передачи ТМИ. Показатели качества телеметрических радиолиний и предельные соотношения между ними.

Верность передачи цифрового сообщения. Показатели эффективности цифровой радиосвязи. Пропускная способность канала связи. Теорема Шеннона о существовании идеального кодирования. Зависимость  $\beta^2 = f(\alpha_f)$ . Предел Шеннона. Представление символов в виде сигнальных векторов. Свойства векторного представления цифровых сигналов. Скалярное произведение. Расстояние между концами сигнальных векторов. Векторные диаграммы двоичных цифровых сигналов. Геометрическое представление шума. Функция корреляции шума.

Алгоритм оптимального когерентного приема. Структура оптимального приемника цифровых сигналов. Вероятность ошибок приема цифровых двоичных сигналов в оптимальном приемнике. Оценка помехоустойчивости двоичных радиосвязей.

Цифровые радиосвязи с многоосновными кодами. Ортогональные сигналы. Симплексные сигналы. Биортогональные сигналы. Помехоустойчивость приема многоосновных кодов. Вероятность ошибки в радиосвязи с многоосновными симплексными сигналами. Вероятность ошибки в радиосвязи с многоосновными ортогональными сигналами. Вероятность ошибки в радиосвязи с биортогональными сигналами. Оценка потенциальной помехоустойчивости многоосновных радиосвязей. Оценка частотной эффективности цифровых радиосвязей.

Сравнение информационно-телеметрических систем. Общий подход. Алгоритм сравнения аналоговых и цифровых радиосвязей. Сравнительный анализ цифровых и аналоговых радиосвязей. Графические зависимости удельных расходов энергии и полосы частот для аналоговых и цифровых радиосвязей.

### **Тема 10. Средства телеметрии**

Телеметрические датчики. Каналы и линии передачи телеметрической информации. Требования к каналам передачи телеметрической информации. Информационно-телеметрические системы с частотным разделением каналов ЧРК). Структурная схема информационно-телеметрической системы с ЧРК.

Радиотелеметрические системы с временным разделением каналов (ВРК). Принцип временного разделения каналов. Преобразования сигналов на первой и второй ступенях коммутации. Структурная схема информационно-телеметрической системы с ВРК. Групповой сигнал (телеметрический код). Многоступенчатая коммутация каналов.

Назначение и структура системы синхронизации. Основные требования к системам синхронизации. Алгоритм получения синхросигналов кадров, слов и символов. Структурная схема приемной части тракта синхронизации. Выделение сигналов символьной синхронизации. Формирование и

выделение канальных синхросигналов. Схема выделения опорных импульсов при ВИМ. Включение сигналов синхронизации каналов в цифровой код. Схема обнаружения канальных синхроимпульсов накоплением сигналов различных фаз. Преобразование кода, использующего проверку на четность. Обнаружение синхросигналов каналов путем исключения фаз с информационными символами.

Маркерные сигналы в аналоговых РТС. Варианты отличия маркера от измерительных сигналов в аналоговых РТС.

Вероятностная оценка поиска маркерного синхросигнала при цифровой передаче. Ситуации, возникающие при поиске маркера. Поиск маркера длиной в одно слово с шагом в один символ при отсутствии помех и при наличии помех в канале передачи. Анализ результатов оценки поиска маркеров.

### **Тема 11. *Обработка и анализ телеметрической информации***

Первичная обработка. Вторичная обработка. Локализация неисправностей методами технической диагностики. Исследование поведения объекта как решение задач идентификации систем. Согласование потока данных по скорости передачи и структуре данных.

Особенности быстро меняющихся параметров (БМП) и их обработки. Методы учета влияния и компенсации помех при анализе БМП.

Дешифровка телеметрической информации. Алгоритмы автоматизированной дешифровки телеизмерения. Аппроксимация тарифовочных характеристик. Привязка результатов обработки телеизмерений ко времени. Исследование поведения объекта контроля и решение задач идентификации. Задача и методы определения характеристик систем. Идентификация телеметрируемых объектов.

Контроль функционирования и работоспособности объекта. Схемы контроля. Контроль по параметру. Контроль по показателю качества. Контроль функционирования систем. Контроль работоспособности с помощью алгоритмов обучения. Классификация методов распознавания технических состояний объекта диагностирования. Поиск места и определение причин неисправностей объекта. Алгоритм обучения распознавания отказов. Поиск дефектов в электро-радиоэлектронной аппаратуре. Задачи технического генезиса. Прогнозирование технического состояния объектов диагностирования. Задачи прогнозирования. Методы эвристического прогнозирования. Математические методы временной экстраполяции. Математические методы пространственной экстраполяции. Методы моделирования процессов функционирования систем. Логические и структурные методы искусственного интеллекта.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине».

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

### **Основная литература:**

1. Душин, В. К. Теоретические основы информационных процессов и систем [Электронный ресурс] : Учебник / В. К. Душин. - 5-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=450784>
2. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учебное пособие / - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2019. - 384 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=368454>
3. Клюев Л.Л. Теория электрической связи: учебник /. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 448 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=525236>

### **Дополнительная литература:**

1. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 397 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=527482>
2. [Кураев А. А.](#) [Попкова Т. Л.](#) [Синицын А. К.](#) Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972>
3. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / - Красноярск:

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://dic.academic.ru/> - Академик (словари и энциклопедии)
2. [http://astronaut.ru/bookcase/books/sharp01/text/40.htm?reload\\_coolmenus](http://astronaut.ru/bookcase/books/sharp01/text/40.htm?reload_coolmenus) – М. Шарп Человек в космосе. Глава IV
3. <http://rucont.ru/catalog/1006?q=005> - анализ телеметрической информации с космического аппарата «Юбилейный»
4. <http://www.cleper.ru/articles/description.php?n=54> – безопасность cleper
5. <http://www.intuit.ru> – Национальный открытый университет «Интуит»
6. <http://www.ferra.ru/> - аналитические обзоры о компьютерах и комплектующих
7. <http://www.thg.ru/> - Tom's Hardware
8. <http://www.dgl.ru/> - цифровой мир во всем многообразии
9. <http://www.mobiledevice.ru/> - Mobile Device
10. <http://4pda.ru/> - сайт 4pda

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *LibreOffice, Multisim, MatLab.*

#### **Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

### **Практические занятия:**

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекций в форме слайд-презентаций, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами; офисные программы *LibreOffice* ;

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине**

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль:** Информационные системы и средства управления техническими процессами

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

| № п/п | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части)*                             | Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)  | В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:             |  |   |
|-------|--------------------|--|--|--|--|---|
|       |                    |  |  | необходимые знания   | необходимые умения   | трудовые действия   |
| 1.    | ПК-5               | способность составлять паспорт проекта или программы в РКП         | <p><b>Тема 1.</b> Телеметрия и области ее применения</p> <p><b>Тема 2.</b> Телеметрируемые параметры и способы их представления</p> <p><b>Тема 3.</b> Модулированные сигналы</p> <p><b>Тема 4.</b> Погрешности телеизмерений</p> <p><b>Тема 5.</b> Количественная оценка телеметрической информации</p> <p><b>Тема 6.</b> Адаптивные процедуры в телеметрии</p> <p><b>Тема 7.</b> Принципы разделения сигналов</p> <p><b>Тема 8.</b> Аналоговые методы передачи телеметрической информации</p> <p><b>Тема 9.</b> Цифровые методы передачи телеметрической информации</p> <p><b>Тема 10.</b> Средства телеметрии</p> <p><b>Тема 11.</b> Обработка и анализ телеметрической информации</p> | Требования стандартов по оформлению паспорта проекта или программы РКП. Российские и международные стандарты руководства качеством | Анализировать проектные данные с учетом перспектив развития РКП. Оценивать влияние изменений по проекту на технические параметры проекта в РКП | Методами показателей качества проекта или программы в РКП               |
| 2.    | ПК-7               | способность проводить работы по направлению проектной деятельности | <p><b>Тема 1.</b> Телеметрия и области ее применения</p> <p><b>Тема 2.</b> Телеметрируемые параметры и способы их представления</p> <p><b>Тема 3.</b> Модулированные</p>   | Структуру декомпозиции работ   | Контролировать соблюдение требований контракта (договора), технически  | Методами описания содержания проекта и декомпозиции работ проекта в РКП |

|  |  |                                 |  |  |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|
|  |  | ти по проекту или программе РКП | <p>сигналы</p> <p><b>Тема 4.</b> Погрешности телеизмерений</p> <p><b>Тема 5.</b> Количественная оценка телеметрической информации</p> <p><b>Тема 6.</b> Адаптивные процедуры в телеметрии</p> <p><b>Тема 7.</b> Принципы разделения сигналов</p> <p><b>Тема 8.</b> Аналоговые методы передачи телеметрической информации</p> <p><b>Тема 9.</b> Цифровые методы передачи телеметрической информации</p> <p><b>Тема 10.</b> Средства телеметрии</p> <p><b>Тема 11.</b> Обработка и анализ телеметрической информации</p> |  | го задания, проектной, рабочей документации для реализации проекта или программы в РКП |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Код компетенции | Инструменты, оценивающие сформированность компетенции | Показатель оценивания компетенции   | Критерии оценки   |
|-----------------|---|---|---|
| ПК-5<br>ПК-7    | Доклад в форме презентации                            | <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом</li> </ul> | <p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл).</li> </ol> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  | <p>уровне - 4 балла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p> | <p>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</p> <p>4. Качество самой представленной презентации (1 балл).</p> <p>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p> |
|--|--|--|---|

### **3. 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**

#### **3.1. Примерная тематика докладов в презентационной форме:**

1. Передатчик телеметрической информации. Назначение элементов
2. Приемник телеметрической информации. Назначение элементов
3. Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений
4. Погрешности дискретизации и квантования функциональных параметров
5. Погрешности дискретизации сигнальных параметров
6. Количественная оценка телеметрической информации
7. Принципы сжатия объема сообщений
8. Принципы линейного и нелинейного разделения сигналов
9. Система с частотным разделением каналов
10. Система с временным разделением каналов
11. Роль и место телеметрии при испытаниях и штатной эксплуатации сложных технических систем, исследовании космоса
12. Виды телеметрируемых параметров.
13. Классификация телеметрируемых параметров.
14. Расчет систематических и случайных погрешностей телеизмерений по их составляющим
15. Линейные и нелинейные методы разделения сигналов (каналов).
16. Основы линейного разделения сигналов.
17. Представление группового сигнала с помощью системы функций.
18. структурно-функциональная схема телеметрической системы.
19. Достоинства и недостатки телеметрических систем
20. Назначение каналов и сетей передачи данных
21. Виды и основные характеристики сетей передачи данных.
22. Излучение радиоволн внутри проводящих сред.
23. Особенности излучения электромагнитных колебаний в свободном пространстве.
24. Условия передачи телеметрической информации по радиоканалу.
25. Особенности излучения электромагнитных колебаний в свободном пространстве.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются 2 тестирования и аттестации в виде зачета и экзамена в устной форме.

| Неделя текущего контроля | Вид оценочного средства | Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки | Содержание оценочного средства | Требования к выполнению   | Срок сдачи (неделя семестра)  | Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов   |
|--------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|
| 7-8                      | Тестирование            | ПК-5;<br>ПК-7                                       | 20 вопросов                    | Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут                                 | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 76%.<br>Отлично – от 85%   |
| 15-16                    | Тестирование            | ПК-5;<br>ПК-7                                       | 20 вопросов                    | Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут                                 | Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры | Критерии оценки определяются процентным соотношением.<br>Не явка -0<br>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.<br>Хорошо - от 76%.<br>Отлично – от 85%   |
| По плану                 | Зачет                   | ПК-5;<br>ПК-7                                       | 2 вопроса                      | Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 15 минут. | Результаты предоставляются в день проведения зачета                 | Критерии оценки:<br>«Зачтено»:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на семинарских занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> «Не зачтено»:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение</li> </ul> |

|          |         |               |           |   |   |  |
|----------|---------|---------------|-----------|---|---|--|
|          |         |               |           |   |   | <p>использовать и применять полученные знания на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не работал на семинарских занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>  |
| По плану | Экзамен | ПК-5;<br>ПК-7 | 2 вопроса | Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут | Результаты предоставляются в день проведения экзамена | <p>Критерии оценки:</p> <p><b>«Отлично»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> <p><b>«Хорошо»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на вопросы билета неполные</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul> |

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

## Типовые вопросы, выносимые на тестирование

1. Погрешности квантования функциональных параметров.
2. Погрешность дискретизации функциональных параметров.
3. Погрешность дискретизации при восстановлении функциональных параметров с помощью фильтров.
4. Погрешность дискретизации при восстановлении параметра с помощью степенных полиномов.
5. Погрешности дискретизации сигнальных параметров.
6. Погрешность отсчета времени при передаче сигнальных параметров в канале с шумами.
7. Оценка шумовой погрешности в канале связи.
8. Энтропия. Закон распределения случайной величины. Плотность вероятности.
9. Время-адресная (служебная) информация.
10. Общие сведения о многоканальных системах телеметрии.
11. Показатели качества аналоговых телеметрических радиолиний. Точность, достоверность и скорость передачи данных.
12. Удельные показатели расхода энергии и полосы частот. Энергетическая эффективность аналоговой радиолинии.
13. Эффективность использования полосы частот.
14. Достоинства цифровых методов передачи ТМИ.
15. Показатели качества телеметрических радиолиний и предельные соотношения между ними.
16. Показатели эффективности цифровой радиолинии. Пропускная способность канала связи.
17. Теорема Шеннона о существовании идеального кодирования. Зависимость  $\beta^2 = f(\alpha_f)$ . Предел Шеннона.
18. Сравнение информационно-телеметрических систем. Общий подход. Алгоритм сравнения аналоговых и цифровых радиолиний.
19. Сравнительный анализ цифровых и аналоговых радиолиний. Графические зависимости удельных расходов энергии и полосы частот для аналоговых и цифровых радиолиний.
20. Каналы и линии передачи телеметрической информации. Требования к каналам передачи телеметрической информации. Информационно-телеметрические системы с частотным разделением каналов (ЧРК). Структурная схема информационно-телеметрической системы с ЧРК.
21. Радиотелеметрические системы с временным разделением каналов (ВРК). Принцип временного разделения каналов. Преобразования сигналов на первой и второй ступенях коммутации. Структурная схема информационно-телеметрической системы с ВРК. Групповой сигнал (телеметрический код). Многоступенчатая коммутация каналов.
22. Назначение и структура системы синхронизации.
23. Основные требования к системам синхронизации.

24. Алгоритм получения синхросигналов кадров, слов и символов.
25. Структурная схема приемной части тракта синхронизации.
26. Выделение сигналов символьной синхронизации.
27. Формирование и выделение канальных синхросигналов.
28. Маркерные сигналы в аналоговых РТС. Варианты отличия маркера от измерительных сигналов в аналоговых РТС.
29. Особенности быстро меняющихся параметров (БМП) и их обработки. Методы учета влияния и компенсации помех при анализе БМП.

### **Типовые вопросы, выносимые на зачет**

1. Основные понятия телеметрии. Назначение телеметрических систем. Классификация видов телеметрической информации. Общие требования к телеметрическим системам.
2. Состав информационно-телеметрического комплекса (ИТК). Первичная и вторичная обработка данных. Классификация информационно-телеметрических систем (ИТС): по назначению, по области применения, по принципу измерения, по способу разделения каналов, по типу линии связи, по принципу использования канала связи, по способу передачи ТМИ, по информативности, по способу обслуживания ИТС.
3. Система передачи и обработки информации. Сообщение и сигнал. Дискретные и непрерывные сигналы. Канал связи. Длительность сигнала, динамический диапазон и ширина спектра.
4. Классификация телеметрируемых параметров. Функциональные и сигнальные параметры. Медленно меняющиеся и быстро меняющиеся. Телеметрические сообщения: события, величины, процессы.
5. Способы представления телеметрической информации: непрерывный, дискретный, квантованный, дискретно-квантованный. .
6. Определение и классификация сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Постоянный сигнал, гармонический сигнал, последовательность импульсов.
7. Три вида представления гармонического сигнала – аналитическая, временная и векторная формы представления.
8. Периодические сигналы. Ортогональные сигналы. Спектр периодического сигнала.
9. Энергия и мощность сигнала. Неравенство Бесселя. Равенство Парсевалья.
10. Непериодические сигналы. Свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Связь между временными и спектральными характеристиками сигнала. .
11. Случайные сигналы и их аналитическое описание. Одномерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики.
12. Многомерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики. Спектральная плотность мощности случайного процесса.

13. Дискретизация и квантование непрерывных сообщений. Методы дискретизации сигналов. Равномерная дискретизация. Адаптивная дискретизация. Квантование по уровню.
14. Классификация методов модуляции.
15. Амплитудная модуляция. Коэффициент модуляции, спектр сигнала и ширина спектра.
16. Угловая модуляция. Индекс модуляции, девиация частоты, ширина спектра.
17. Модуляция импульсных носителей. Амплитудно-импульсная, широтно-импульсная и времяимпульсная модуляция. Временная форма сигнала и спектр сигнала.
18. Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений. Верность оценки телеметрического сообщения и точность телеизмерения.
19. Абсолютная и относительная погрешность. Шкала измерения параметра.
20. Среднеквадратическая погрешность. Суммарная погрешность телеизмерений и ее составляющие.
21. Классификация погрешностей по признакам: методические и инструментальные, аддитивные и мультипликативные, динамические и статические, систематические и случайные, аномальные.
22. Вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по известным среднеквадратическим погрешностям составляющих. Суммирование систематических погрешностей.
23. Погрешности квантования функциональных параметров. Погрешность дискретизации функциональных параметров.
24. Погрешность дискретизации при восстановлении функциональных параметров с помощью фильтров.
25. Погрешность дискретизации при восстановлении параметра с помощью степенных полиномов.
26. Погрешности дискретизации сигнальных параметров. Погрешность отсчета времени при передаче сигнальных параметров в канале с шумами. Оценка шумовой погрешности в канале связи.
27. Количество информации, получаемой при измерении функциональных параметров.
28. Энтропия. Закон распределения случайной величины. Плотность вероятности.
29. Коэффициент корреляции. Оценка количества информации о функциональных параметрах. Оценка количества информации о сигнальных параметрах.

### **Типовые вопросы, выносимые на экзамен**

1. Проблема сжатия данных. Задачи сжатия данных. Задачи и общая характеристика техники сжатия данных в телеметрии.
2. Динамичность контролируемого параметра. Цель сжатия данных. Модель информационного канала телеметрической системы.
3. Понятие «полезная информация». Информационное содержание задачи сжатия данных. Объем сообщений. Объем аналого-дискретных сообщений. Объем сообщений и количество передаваемой информации. Сжатие объема сообщений. Избыточность сообщений.
4. Математическое содержание задачи сжатия данных. Постановка задачи. Квазиобратимое сжатие. Операторы представления и восстановления. Задача восстановления и задача сжатия.
5. Адаптивные алгоритмы сжатия. Классификация и основные определения теории и техники сжатия данных. Необратимые и квазиобратимые преобразования.
6. Классификация методов сжатия. Регулярный и адаптивный способы формирования координат. Однопараметрическая и двухпараметрическая адаптация.
7. Критерии оценки алгоритмов сжатия данных. Классификация и отличительные особенности алгоритмов сжатия. Алгоритмы с интерполяцией, с экстраполяцией, с интерполяцией и экстраполяцией. Коэффициент сжатия данных.
8. Эффективность представления сообщений. Время-адресная (служебная) информация. Коэффициент сложности алгоритма. Время задержки сообщения в аппаратуре сжатия. Показатель помехоустойчивости.
9. Общие сведения о многоканальных системах телеметрии. Линейные и нелинейные методы разделения сигналов (каналов).
10. Основы линейного разделения сигналов. Представление группового сигнала с помощью системы функций.
11. Представление сигналов в виде векторов многомерного пространства. Линейно-независимые векторы, ортогональные векторы. Ортонормированный базис. Ортогональные функции.
12. Нелинейное разделение сигналов. Комбинационный метод разделения. Метод разделения сигналов по уровню.
13. Показатели качества аналоговых телеметрических радиолиний. Точность, достоверность и скорость передачи данных. Удельные показатели расхода энергии и полосы частот. Энергетическая эффективность аналоговой радиолинии. Эффективность использования полосы частот.
14. Информационно-телеметрическая система с сигналами АИМ-ЧМ. Структурная схема приемной части. Параметры шума на выходе ЧД и ФНЧ.

Среднеквадратическое значение шумовой погрешности  $\mathcal{U}_{\text{АИМ-ЧМ}}$  при АИМ-ЧМ. Вклад отдельного канала в погрешность  $\mathcal{U}_{\text{АИМ-ЧМ}}$  на выходе ФНЧ.

15. Помехоустойчивость радиолинии ВИМ-АМ. Групповой видеосигнал с ВИМ. Индекс временной модуляции, его оптимальное значение. Решающее устройство. Оценка помехоустойчивости радиолинии ВИМ-АМ. Оценка параметров радиолинии ВИМ-АМ.

16. Достоинства цифровых методов передачи ТМИ. Показатели качества телеметрических радиолиний и предельные соотношения между ними. Верность передачи цифрового сообщения.

17. Показатели эффективности цифровой радиолинии. Пропускная способность канала связи. Теорема Шеннона о существовании идеального кодирования. Зависимость  $\beta^2 = f(\alpha_f)$ . Предел Шеннона.

18. Представление символов в виде сигнальных векторов. Свойства векторного представления цифровых сигналов. Скалярное произведение. Расстояние между концами сигнальных векторов.

19. Векторные диаграммы двоичных цифровых сигналов. Геометрическое представление шума. Функция корреляции шума.

20. Алгоритм оптимального когерентного приема. Структура оптимального приемника цифровых сигналов. Вероятность ошибок приема цифровых двоичных сигналов в оптимальном приемнике. Оценка помехоустойчивости двоичных радиолиний.

21. Цифровые радиолинии с многоосновными кодами. Ортогональные сигналы. Симплексные сигналы. Биортогональные сигналы.

22. Помехоустойчивость приема многоосновных кодов. Вероятность ошибки в радиолинии с многоосновными симплексными сигналами. Вероятность ошибки в радиолинии с многоосновными ортогональными сигналами. Вероятность ошибки в радиолинии с биортогональными сигналами. Оценка потенциальной помехоустойчивости многоосновных радиолиний. Оценка частотной эффективности цифровых радиолиний.

23. Сравнение информационно-телеметрических систем. Общий подход. Алгоритм сравнения аналоговых и цифровых радиолиний. Сравнительный анализ цифровых и аналоговых радиолиний.

24. Каналы и линии передачи телеметрической информации. Требования к каналам передачи телеметрической информации.

25. Информационно-телеметрические системы с частотным разделением каналов (ЧРК). Структурная схема информационно-телеметрической системы с ЧРК.

26. Радиотелеметрические системы с временным разделением каналов (ВРК). Принцип временного разделения каналов. Преобразования сигналов на

- первой и второй ступенях коммутации. Структурная схема информационно-телеметрической системы с ВРК.
27. Назначение и структура системы синхронизации. Основные требования к системам синхронизации. Алгоритм получения синхросигналов кадров, слов и символов.
28. Структурная схема приемной части тракта синхронизации. Выделение сигналов символьной синхронизации. Формирование и выделение канальных синхросигналов. Схема выделения опорных импульсов при ВИМ.
29. Включение сигналов синхронизации каналов в цифровой код. Схема обнаружения канальных синхроимпульсов накоплением сигналов различных фаз. Преобразование кода, использующего проверку на четность. Обнаружение синхросигналов каналов путем исключения фаз с информационными символами.
30. Маркерные сигналы в аналоговых РТС. Варианты отличия маркера от измерительных сигналов в аналоговых РТС.
31. Первичная обработка. Вторичная обработка. Локализация неисправностей методами технической диагностики. Исследование поведения объекта как решение задач идентификации систем. Согласование потока данных по скорости передачи и структуре данных.
32. Особенности быстро меняющихся параметров (БМП) и их обработки. Методы учета влияния и компенсации помех при анализе БМП.
33. Дешифровка телеметрической информации. Алгоритмы автоматизированной дешифровки телеизмерения. Аппроксимация тарировочных характеристик.
34. Привязка результатов обработки телеизмерений ко времени. Исследование поведения объекта контроля и решение задач идентификации. Задача и методы определения характеристик систем. Идентификация телеметрируемых объектов.
35. Контроль функционирования и работоспособности объекта. Схемы контроля. Контроль по параметру. Контроль по показателю качества. Контроль функционирования систем. Контроль работоспособности с помощью алгоритмов обучения.
36. Классификация методов распознавания технических состояний объекта диагностирования. Поиск места и определение причин неисправностей объекта.
37. Алгоритм обучения распознавания отказов. Поиск дефектов в электро-радиоэлектронной аппаратуре.
38. Задачи технического генезиса. Прогнозирование технического состояния объектов диагностирования.

39. Задачи прогнозирования. Методы эвристического прогнозирования. Математические методы временной экстраполяции. Математические методы пространственной экстраполяции.

40. Методы моделирования процессов функционирования систем. Логические и структурные методы искусственного интеллекта.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: информационные системы и средства управления техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

## **1. Общие положения**

**Целью** изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по способам представления телеметрируемых параметров, принципам формирования телеметрического потока, оценке погрешности телеизмерений, методам передачи и приема телеметрической информации (ТМИ).

### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с теорией и методами представления телеметрируемых параметров, передачи, приема и обработки ТМИ;
- обучение работе по оценке погрешностей телеизмерений, энергетической эффективности радиолинии и эффективности использования полосы частот;
- приобретение навыков самостоятельной работы по проектированию бортовых и наземных элементов систем телеметрии.

## **2. Указания по проведению практических занятий**

### **Шестой семестр**

#### **Практическое занятие 1.**

##### **Тема 1: Телеметрия и области ее применения**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить назначение, решаемые задачи и области применения телеметрических систем.

#### **Основные положения темы занятия:**

Провести обсуждение с обучаемыми истории развития телеметрии, роли и места, а также областей её применения.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Классификация видов телеметрической информации.
2. Система передачи и обработки информации.
3. Сообщение и сигнал. Дискретные и непрерывные сигналы.
4. Канал связи. Длительность сигнала, динамический диапазон и ширина спектра.

Продолжительность занятия – 2ч.

## **Практическое занятие 2.**

### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить способы представления, временные, частотные и энергетические характеристики телеметрируемых параметров

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления телеметрируемых параметров.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Примеры функциональных и сигнальных параметров
2. Аналитическое представление синусоидального сигнала
3. Временная форма представления синусоидального сигнала
4. Векторная форма представления синусоидального сигнала

Продолжительность занятия – 2 ч.

## **Практическое занятие 3.**

### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить способы представления, временные, частотные и энергетические характеристики телеметрируемых параметров

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления телеметрируемых параметров.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Временная форма представления импульсной последовательности
2. Расчет спектра последовательности прямоугольных импульсов
3. Сравнение частотных характеристик сигнала при изменении его временных параметров

Продолжительность занятия – 2 ч.

## **Практическое занятие 4.**

### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить способы представления, временные, частотные и энергетические характеристики телеметрируемых параметров

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры вычисления спектральной плотности сигналов

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет спектральной плотности одиночного прямоугольного импульса
2. Расчет спектральной плотности сигнала из двух прямоугольных импульсов
3. Расчет спектральной плотности треугольного импульса

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 5.**

##### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить способы представления, временные, частотные и энергетические характеристики телеметрируемых параметров

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления случайных сигналов

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Моделирование спектра последовательности прямоугольных импульсов
2. Исследование влияния временных характеристик сигнала на его частотные параметры
3. Моделирование спектра последовательности треугольных импульсов

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 6.**

##### **Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить вычисление статистических характеристик случайных процессов

**Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления случайных сигналов

**Вопросы для обсуждения**

1. Вычисление среднего значения и дисперсии случайного процесса при равномерном законе распределения
2. Вычисление среднего значения и дисперсии случайного процесса при треугольном законе распределения
3. Вычисление среднего значения и дисперсии случайного процесса при нормальном законе распределения

Продолжительность занятия – 2 ч.

**Практическое занятие 7.**

**Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем освоить вычисление статистических характеристик случайных процессов

**Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления случайных сигналов

**Вопросы для обсуждения**

1. Вычисление функции автокорреляции прямоугольного импульса
2. Вычисление функции автокорреляции пилообразного импульса
3. Вычисление функции взаимной корреляции пилообразного и прямоугольного импульсов

Продолжительность занятия – 2 ч.

**Практическое занятие 8.**

**Тема 3. Модулированные сигналы**

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить свойства амплитудно-модулированного сигнала

**Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления амплитудно-модулированного сигнала

### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет векторной диаграммы амплитудно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
2. Расчет спектра амплитудно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
3. Моделирование амплитудно-модулированного-сигнала

Продолжительность занятия – 2 ч.

### **Практическое занятие 9.**

**Тема 3.** Модулированные сигналы

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить свойства частотно-модулированного сигнала

### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления частотно-модулированного сигнала

### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет векторной диаграммы частотно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
2. Расчет спектра частотно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
3. Моделирование частотно-модулированного-сигнала

Продолжительность занятия – 2 ч.

### **Практическое занятие 10.**

**Тема 3.** Модулированные сигналы

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить свойства фазово-модулированного сигнала

### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть практические примеры представления фазово-модулированного сигнала

### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет векторной диаграммы частотно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
  2. Расчет спектра частотно-модулированного сигнала при модуляции одним тоном
  3. Сравнительный анализ частотно- и фазово-модулированных сигналов
- Продолжительность занятия – 2 ч.

### **Практическое занятие 11.**

**Тема 3.** Модулированные сигналы

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить свойства сигналов с импульсной модуляцией

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры представления сигналов с импульсной модуляцией

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет спектра сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией при синусоидальном модулирующем сигнале
2. . Расчет спектра сигнала с широтно-импульсной модуляцией при синусоидальном модулирующем сигнале
3. . Расчет спектра сигнала с время-импульсной модуляцией при синусоидальном модулирующем сигнале

Продолжительность занятия – 2 ч.

### **Практическое занятие 12.**

**Тема 3.** Модулированные сигналы

вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить свойства манипулированных сигналов

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры представления манипулированных сигналов

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет спектра амплитудно-манипулированного сигнала
2. Расчет спектра сигнала фазово-манипулированного сигнала

### 3. Моделирование сигналов при амплитудной и фазовой манипуляции

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практические занятия 13-14**

#### **Тема 4. Погрешности телеизмерений**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах отработать методику вычисления погрешностей телеизмерений

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры вычисления погрешностей телеизмерений

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Численный пример вычисления абсолютной, относительной и среднеквадратической погрешностей
2. Численное вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по погрешностям составляющих
3. Вычисление погрешностей квантования при различных количествах уровней квантования
4. Вычисление погрешностей дискретизации функциональных параметров при восстановлении с помощью фильтров
5. Вычисление погрешностей дискретизации функциональных параметров при восстановлении с помощью степенных полиномов
6. Вычисление погрешностей дискретизации сигнальных параметров при восстановлении с помощью фильтров

Продолжительность занятия – 4 ч.

#### **Практические занятия 15-16**

#### **Тема 5. Количественная оценка телеметрической информации**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах отработать методику вычисления количественной оценки телеметрической информации

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры вычисления количественной оценки телеметрической информации

### Вопросы для обсуждения

1. Численный пример вычисления энтропии через закон распределения случайной величины
2. Численный пример вычисления энтропии через дисперсию случайной величины
3. Расчет количества информации в результате однократного измерения параметра
4. Расчет количества информации в результате многократного измерения параметра
5. Расчет оценки количества информации о сигнальных параметрах

Продолжительность занятия – 4 ч.

### Седьмой семестр

#### Практические занятия 17.

**Тема 6.** Адаптивные процедуры в телеметрии

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах отработать методику сжатия сигналов

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры сжатия сигналов и вычисление характеристик сжатия

### Вопросы для обсуждения

1. Численный пример вычисления объема сообщений
2. Численный пример восстановления сообщения последовательностью алгебраических полиномов
3. Расчет и количественное сравнение точности воспроизведения при различных временах наблюдения и различных степенях аппроксимирующего полинома
4. Численное вычисление коэффициента сжатия данных
5. Численное определение показателя эффективности представления сообщения

Продолжительность занятия – 4 ч.

#### Практические занятия 18-21.

**Тема 7.** Принципы разделения сигналов

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** в контакте с преподавателем на численных примерах изучить и оценить различные методы разделения сигналов

**Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры построения различных многоканальных систем передачи информации

**Вопросы для обсуждения**

1. Расчет параметров системы с частотным разделением каналов
2. Выбор частот поднесущих сигналов
3. Численное построение группового сигнала в частотной области
4. Расчет характеристик функциональных узлов приемника для выделения канального сигнала
5. Расчет параметров системы с временным разделением каналов
6. Численное построение группового сигнала во временной области
7. Расчет характеристик функциональных узлов приемника для выделения канального сигнала в системе с временным разделением каналов
8. Расчет системы с комбинационным разделением каналов
9. Расчет системы с разделением каналов по уровню

Продолжительность занятий – 8 ч.

**Практические занятия 22-23.**

**Тема 8.** Аналоговые методы передачи телеметрической информации

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** получить знания о численных характеристиках аналоговых методов передачи телеметрической информации

**Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры характеристик различных аналоговых методов передачи телеметрической информации

**Вопросы для обсуждения**

1. Расчет скорости передачи информации в аналоговой системе
2. Расчет энергетической эффективности аналоговой радиолинии
3. Расчет эффективности использования полосы частот
4. Расчет эффективного напряжения шумов на выходе ФНЧ в системе АИМ-ЧМ

5. Расчет полосы канала связи АИМ-ЧМ
  6. Вычисление полосы частот радиолинии ВИМ-АМ
  7. Расчет показателя энергетической эффективности радиолинии ВИМ-АМ
- Продолжительность занятий – 4 ч.

#### **Практические занятия 24-25.**

**Тема 9.** Цифровые методы передачи телеметрической информации

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** получить знания о численных характеристиках цифровых методов передачи телеметрической информации

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры характеристик различных цифровых методов передачи телеметрической информации

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Расчет удельного расхода энергии на передачу одного бита информации
2. Анализ векторных диаграмм систем КИМ-АМ, КИМ-ЧМ, КИМ-ФМ
3. Расчет вероятности попадания случайного вектора в заданную область
4. Расчет вероятности ошибок приема в когерентном приемнике
5. Сравнение ортогональных и симплексных сигналов
6. Расчет вероятности ошибки в радиолиниях с многоосновными ортогональными сигналами

Продолжительность занятий – 4 ч.

#### **Практические занятия 26-29.**

**Тема 10.** Средства телеметрии

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** получить представление о средствах, реализующих различные методы передачи телеметрической информации

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть численные примеры характеристик различных технических средств телеметрии

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Анализ примеров датчиков различного типа
2. Анализ статических и динамических характеристик датчиков
3. Сравнение характеристик различных проводных линий связи

4. Сравнение характеристик цифровых средств передачи информации
5. Анализ средств дополнительной коммутации каналов в системах с ЧРК
6. Анализ временной формы сигналов на первой и второй ступенях коммутации
7. Анализ структурной схемы информационно-телеметрической системы с временным разделением каналов
8. Анализ временных характеристик сигналов на выходе отдельных блоков бортовой и приемно-регистрающей аппаратуры
9. Анализ работы двухступенчатого механического коммутатора в случаях сфазированных и несфазированных коммутаторов
10. Вычисление частот маркерных, канальных и символьных сигналов и анализ временных диаграмм этих сигналов
11. Анализ структурных схем устройств получения синхросигналов кадров, слов и символов и приемной части тракта синхронизации
12. Анализ и выделение маркерного сигнала в аналоговых и цифровых системах

Продолжительность занятий – 8 ч.

### **Практические занятия 30-32.**

#### **Тема 11. Обработка и анализ телеметрической информации**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: технологии формирования ключевых компетентностей

Тема и содержание практического занятия:

**Цель занятия:** получить представление об алгоритмах обработки и анализа телеметрической информации

#### **Основные положения темы занятия:**

Рассмотреть конкретные примеры методов и алгоритмов обработки и анализа телеметрической информации

#### **Вопросы для обсуждения**

1. Анализ схемы первичной обработки информации
2. Анализ схемы принятия решений по управлению объектом
3. Анализ согласования потока данных по скорости передачи и по структуре
4. Анализ оценки спектральной плотности программными и аппаратными средствами
5. Численное вычисление характеристик быстроменяющихся процессов
6. Численный пример аппроксимации тарировочных характеристик
7. Анализ структурной схемы идентификатора объекта
8. Контроль состояния системы по минимуму среднего квадрата отклонения

9. Анализ методов распознавания технических состояний объекта диагностирования
10. Анализ и сравнение алгоритмов поиска признаков наличия дефекта в радиоэлектронной аппаратуре
11. Анализ функциональной схемы экспертной системы постдиагностики
12. Анализ и сравнение методов прогнозирования технического состояния объекта диагностирования

Продолжительность занятий – 6 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума

Лабораторный практикум не предусмотрен учебным планом.

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа проводится в виде подготовки к практическим занятиям, подготовки и написания докладов, выполнения индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы, подготовки к участию в научно-практических конференциях, подготовки к сдаче экзамена.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов проводится в письменной, устной или смешанной форме по представлению студентами продуктов своей творческой деятельности или результатам демонстрации своих знаний и умений.

| № п/п | Наименование блока (раздела) дисциплины                                | Виды СРС  |
|-------|--|---|
| 1.    | <b>Тема 1.</b><br>Телеметрия и области ее применения                   | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>Роль и место телеметрии при испытаниях и штатной эксплуатации сложных технических систем, исследовании космоса.                                  |
| 2.    | <b>Тема 2.</b><br>Телеметрируемые параметры и способы их представления | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>Виды телеметрируемых параметров.<br>Классификация телеметрируемых параметров.  |
| 3.    | <b>Тема 3.</b><br>Погрешности телеизмерений                            | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>Расчет систематических и случайных погрешностей телеизмерений по их составляющим   |
| 4.    | <b>Тема 4.</b><br>Количественная оценка телеметрической                | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>1. Количественная оценка телеметрической информации при некоррелированных параметрах.<br>2. Количественная оценка телеметрической информации при |

|     |   |   |
|-----|---|---|
|     | информации  | коррелированных параметрах.   |
| 5.  | <b>Тема 5.</b><br>Адаптивные процедуры в телеметрии                     | Примерные темы докладов<br>1. Адаптивные процедуры для ММП<br>2. Адаптивные процедуры для БМП<br>3. Адаптивные процедуры для видеотелеметрической информации  |
| 6.  | <b>Тема 6.</b><br>Принципы разделения сигналов                          | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>1. Линейные и нелинейные методы разделения сигналов (каналов).<br>2. Основы линейного разделения сигналов.<br>3. Представление группового сигнала с помощью системы функций. |
| 7.  | <b>Тема 7.</b><br>Аналоговые методы передачи телеметрической информации | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>1. Достоинства и недостатки аналоговых телеметрических систем.<br>2. Расчет основных показателей эффективности аналоговых телеметрических систем.                            |
| 8.  | <b>Тема 8.</b><br>Цифровые методы передачи телеметрической информации   | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>1. Достоинства и недостатки цифровых телеметрических систем.<br>2. Расчет основных показателей эффективности цифровых телеметрических систем                                 |
| 9.  | <b>Тема 9.</b> Средства телеметрии                                      | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>Основные современные средства телеметрии в РКТ.  |
| 10. | <b>Тема 10.</b><br>Обработка и анализ телеметрической информации        | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:<br>1. Первичная обработка.<br>2. Вторичная обработка.<br>3. Основные задачи анализа ТМИ.  |

### 5. Указания по проведению контрольных работ

Учебным планом данного курса для обучающихся по очной форме обучения предусмотрено написание одной контрольной работы, что является одним из условий успешного освоения ими основных положений данной дисциплины и служит допуском к сдаче зачета по курсу во время зачетной сессии.

**Цель** выполняемой работы: Продемонстрировать знания и умения в области изучения дисциплины «Основы современной телеметрии», а также в сфере исследования, анализа и интерпретации полученных данных; показать умения в области систематизирования и обобщения изучаемой информации.

**Основные задачи** выполняемой работы:

1. Закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. Выяснение подготовленности специалиста к будущей практической работе;

*Процесс написания контрольной работы делится на следующие этапы:*

1. Определение установленной темы контрольной работы
2. Изучение литературы, относящейся к теме контрольной работы
3. Оформление контрольной работы
4. Представление ее на кафедру для регистрации
5. Защита контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующих разделов учебника, учебных пособий, конспектов лекций.

### **Требования к содержанию контрольной работы:**

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данному заданию, при этом правильно пользоваться первоисточником и избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место издания, страницы. Кроме основной литературы рекомендуется использовать дополнительную литературу и источники сети Интернет (с детальным указанием сайта, т.е. копирование ссылки и даты обращения). Если в период выполнения контрольной работы были приняты новые законы или нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при ее выполнении. Важно обратить внимание на различные концептуальные подходы по исследуемой тематике.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов (если они использовались) и источников.

Оформление библиографического списка осуществляется в соответствии с установленными нормами и правилами ГОСТ.

### **Порядок выполнения контрольной работы:**

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно, разборчиво. Работа должна иметь титульный лист. Он содержит полное название высшего учебного заведения, кафедры, реализующая данную дисциплину, название (тема) контрольной работы, фамилию, инициалы автора, также необходимо указать номер группы, фамилию и инициалы, а также должность, ученое звание и степень научного руководителя (преподавателя), проверяющего контрольную работу.

На следующем листе излагается план контрольной работы, который включает в себя: название всех разделов, введение и заключение, а также список литературы. Излагая вопрос (раздел) каждый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

В конце работы ставится подпись обучающегося и дата сдачи. Страницы контрольной работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится в нижнем правом углу.

Объем контрольной работы должен составлять 10-15 страниц машинописного текста. Размер шрифта №14 (Times New Roman), полуторный интервал, стандартный лист формата А4. Поля: верхнее -20 мм, нижнее-20мм, левое -30 мм, правое -15 мм.

Дополнительно контрольная работа может иметь приложения (схемы, графики, диаграммы).

По всем возникающим вопросам обучающемуся следует обращаться за консультацией на кафедру. Срок выполнения контрольной работы определяется кафедрой. Срок проверки контрольной работы – 3 дня с момента необходимой фиксированной даты сдачи.

#### **Порядок защиты контрольной работы:**

Контрольная работа подлежит обязательной защите. В установленной преподавателем срок обучающийся должен сдать контрольную работу и быть готов ответить на вопросы и замечания. Оценка работы производится по четырех бальной системе: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО». После сдачи работы не возвращаются и хранятся в фонде кафедры.

#### **Тематика контрольной работы:**

1. Назначение телеметрических систем.
2. Классификация видов телеметрической информации.
3. Многоканальные системы передачи информации.
4. Частотное (ЧРК), временное (ВРК) и кодовое (КРК) разделение каналов.
5. Классификация телеметрируемых параметров.
6. Телеметрические сообщения: события, величины, процессы.
7. Способы представления телеметрической информации: непрерывный, дискретный, квантованный, дискретно-квантованный.
8. Квантование по времени и по уровню. Виды квантования по уровню.
9. Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений.
10. Абсолютная и относительная погрешность. Шкала измерения параметра.
11. Среднеквадратическая погрешность.
12. Суммарная погрешность телеизмерений и ее составляющие.
13. Классификация погрешностей по признакам: методические и инструментальные, аддитивные и мультипликативные, динамические и статические, систематические и случайные, аномальные.
14. Вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по известным среднеквадратическим погрешностям составляющих.
15. Суммирование систематических погрешностей.

16. Современное положение в области применения телеметрических систем в научных исследованиях и производственных условиях.
17. Проводные линии связи. Передача телеметрической информации по телефону.
18. Развитие радиосвязи. Основы радиоприема.
19. Особенности оптоэлектронных и гидроакустических систем телеметрии.
20. Принципы преобразования неэлектрических величин в электрические. Типы датчиков и их конструкции.
21. Сравнительный анализ систем с частотным и временным принципом разделения каналов. Виды преобразования сигналов в светотехнике.
22. Система мониторинга в светотехнике.
23. Применение телекоммуникационных систем.
24. Пути обеспечения помехоустойчивости телеметрических систем.
25. Состояние обработки и анализ данных. Средства автоматической обработки информации.

#### **5. Указания по проведению курсовых работ**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

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

##### **Основная литература:**

1. Душин, В. К. Теоретические основы информационных процессов и систем [Электронный ресурс] : Учебник / В. К. Душин. - 5-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=450784>
2. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учебное пособие / - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2019. - 384 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=368454>
3. Клюев Л.Л. Теория электрической связи: учебник /. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 448 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=525236>

##### **Дополнительная литература:**

1. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 397 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=527482>

2. [Кураев А. А. Попкова Т. Л. Сеницын А. К.](http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=367972) Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: - <http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=367972>
3. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 283 с. <http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=441951>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

### Интернет-ресурсы:

11. <http://dic.academic.ru/> - Академик (словари и энциклопедии)
12. [http://astronaut.ru/bookcase/books/sharp01/text/40.htm?reload\\_coolmenus](http://astronaut.ru/bookcase/books/sharp01/text/40.htm?reload_coolmenus) – М. Шарп Человек в космосе. Глава IV
13. <http://rucont.ru/catalog/1006?q=005> - анализ телеметрической информации с космического аппарата «Юбилейный»
14. <http://www.cleper.ru/articles/description.php?n=54> – безопасность cleper
15. <http://www.intuit.ru> – Национальный открытый университет «Интуит»
16. <http://www.ferra.ru/> - аналитические обзоры о компьютерах и комплектующих
17. <http://www.thg.ru/> - Tom's Hardware
18. <http://www.dgl.ru/> - цифровой мир vor всем многообразии
19. <http://www.mobiledevice.ru/> - Mobile Device
20. <http://4pda.ru/> - сайт 4pda

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

**Перечень программного обеспечения:** *LibreOffice, MatCad, MatLab.*

### Информационные справочные системы:

3. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
4. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.