



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Е.К. Самаров
« 05 » _____ 2021г.



ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Искусственный интеллект и управление в ракетно-космических системах

Уровень высшего образования: бакалавр

Форма обучения: очная




Королев
2021

Автор: Пичурин Ю.Г. - Рабочая программа дисциплины: Основы построения и функционирования космических систем дистанционного зондирования Земли – Королев МО: МГОТУ, 2021

Рецензент: д.т.н., профессор Вокин Г.Г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом МГОТУ. Протокол № 13 от 22 июня 2021 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Вокин Г.Г. д.т.н., профессор 	Вокин Г.Г. д.т.н. профессор 	Вокин Г.Г. д.т.н. профессор 	
Год утверждения (переутверждения)	2021	2022	2023	2024
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 10.06.21	№ 5 от 14.06.22	№ 4 от 06.04.23	

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО _____



к.т.н., доц. И.В. Бугай

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2021	2022	2023	2024
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 7 от 15.06.21	№ 5 от 21.06.22	№ 5 от 14.04.23	

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

Цели изучения дисциплины является:

- дать студентам теоретические знания и практические навыки по вопросам:
- способы представления телеметрируемых параметров;
- формирование телеметрического потока для дистанционного зондирования земли;
- погрешности телеизмерений;
- методы передачи ТМИ;
- методы приема ТМИ;
- виды и методы обработки и анализа ТМИ.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

профессиональные компетенции (ПК):

- Способность устанавливать причинно-следственные связи между явлениями проблемной ситуации; возможность устранения проблем за счет автоматизации (ПК-1);
- Способность учитывать знания проблем и тенденций развития рынка ПО в профессиональной деятельности (ПК-4).

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.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

Знать:

- основные правила, принципы, закономерности и метода построения систем дистанционного зондирования Земли;
- виды и методы обработки и анализа ТМИ
- о применяемой на практике приемно-регистрающей аппаратуре ПРА-МК, Вектор, МА-9МКТМ, бортовой аппаратуре Сириус, Скут, Пирит;

Уметь:

- самостоятельно решать вопросы, связанные с анализом и выбором оптимальных сигнально-кодовых конструкций.
- теоретические основы и методы представления телеметрируемых параметров, передачи, приема и обработки ТМИ.

Владеть:

- методикой анализа и обработки данных ТМИ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02. «Прикладная математика и информатика».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплины: «Конструкции и основные системы ракет-носителей и космических аппаратов», «Основы построения систем внешне-траекторных измерений ракетно-космических объектов», «Принципы построения и основы технической реализации систем управления ракет-носителей и космических аппаратов», «Основы баллистики ракет носителей и космических аппаратов» и компетенциях: ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-6.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для написания выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр 7	Семестр ...
Общая трудоемкость	144		144	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ				
Аудиторные занятия	64		64	
Лекции (Л)	32		32	
Практические занятия (ПЗ)	32		32	
Семинары (С)	-			
Лабораторные работы (ЛР) и (или) другие виды аудиторных занятий	-			
Самостоятельная работа	80		80	
Курсовые работы (проекты)	-		-	
Контрольная работа, домашнее задание	+		+	
Текущий контроль знаний	Тест		Тест	
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен	
ЗАОЧНАЯ ФОРМА НЕ ПРЕДУСМОТРЕНА УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ				

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
Тема 1. Телеметрия и области ее применения	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 2. Телеметрируемые параметры и способы их представления.	2	2	2	ПК-1 ПК-4
Тема 3. Погрешности телеизмерений	2	2	2	ПК-1 ПК-4
Тема 4. Модуляция сигналов	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 5. Позиционная система счисления	2	2	2	ПК-1 ПК-4
Тема 6. Количественная оценка телеметрической информации	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 7. Адаптивные процедуры в телеметрии	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 8. Аналоговые методы передачи телеметрической информации	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 9. Цифровые методы передачи телеметрической информации	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 10. Средства телеметрии	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 11. Обработка и анализ телеметрической информации	2	2	2	ПК-1 ПК-4
Тема 12. Штатные информационно-телеметрические системы	4	4	2	ПК-1 ПК-4
Тема 13. Проектирование бортовых систем.	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 14. Приемно-регистрирующая аппаратура	2	2	-	ПК-1 ПК-4
Тема 15. Перспективные бортовые системы ТМИ	2	2	2	ПК-1 ПК-4
Итого	32	32	12	

4.2 Содержание тем дисциплины

Тема 1. Телеметрия и области ее применения. Телеметрируемые параметры и способы их представления.

Основные понятия телеметрии. Назначение телеметрических систем. Классификация видов телеметрической информации. Общие требования к телеметрическим системам. *Состав информационно-телеметрического комплекса (ИТК)*. Многоканальные системы передачи информации. Многоступенчатая модуляция. Частотное (ЧРК), временное (ВРК) и кодовое (КРК) разделение каналов. 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. 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. Квантование по времени и по уровню. Виды квантования по уровню

Тема 2. Погрешности телеизмерений

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.

Тема 3. Модуляция сигналов

Модуляция сигналов - носителей информационными сигналами. Виды и характеристики носителей. Квантование и кодирование сигналов. Однородное (линейное) квантование. Квантование по уровню

Тема 4. Позиционная система счисления

Позиционная система счисления. Формирование сигналов. Методы и технологии обработки сигналов. Сравнение аналоговой и цифровой обработки сигналов.

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.

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. 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 8. 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 радиолинии. 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 радиолиний.

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

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

Тема 9. Средства телеметрии

Телеметрические датчики (отдельный курс). 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 10. 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.

Тема 11. Штатные информационно-телеметрические системы

Бортовая информационно-телеметрическая система «Сириус», «Кварц», «Скут», «Скиф», Пирит, БР-92, БР-93, БР-91Ц.

Приемно-регистрирующая аппаратура ПРА-МК, Вектор, МА-9МКТМ-4.

Тема 12. Стандарты информационно-телеметрических систем

Стандарты информационно-телеметрических систем

Тема 13. Проектирование бортовых систем.

Основные принципы проектирования систем дистанционного зондирования.

Тема 14. Приемно-регистрирующая аппаратура

Аппаратура ПРА-МК. Аппаратура МА-9МКТМ. Аппаратура Вектор.

Тема 15. Перспективные бортовые системы ТМИ

Разрабатываемая бортовая система ТМИ.

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

«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 «Основы построения и функционирования космических систем дистанционного зондирования Земли» приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

Основная литература:

1. Аверьянов А.П., Вокин Г.Г., Кашцев И.А., Чаплинский В.С. Элементы ракетно-космической техники. Часть 1. Сведения о космосе и Солнечной системе. Ракеты. Учебное пособие для бакалавров смежных специальностей. – Королёв МО: МГОТУ, 2016. – 297 с.

Дополнительная литература:

1. Лысенко Л.Н. Наведение и навигация баллистических ракет. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 672 с.

2. Аппазов Р.Ф., Сытин О.Г. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. – М.: Наука, 1987. – 440 с.

3. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000. – 240 с.

4. Ракеты-носители. В.А. Александров, В.В. Владимиров, Р.Д. Дмитриев, С.О. Осипов. Под общ. ред. проф. С.О. Осипова. – М.: Воениздат, 1982. – 315 с.

5. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебник для технических вузов / В.П. Мишин, В.К. Безвербый, Б.М. Панкратов и др.; под ред. В.П. Мишина. – М.: Машиностроение, 1985. – 1985. – 360 с.

6. Основы теории полёта и элементы проектирования искусственных спутников Земли. Под редакцией профессора Тихонравова М.К. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.

7. Космическая техника. К. Гетлянд. Иллюстрированная энциклопедия. Перевод с англ. – М.: «Мир». – 1986. – 295 с.

8. Г.Б.Синярёв, М.В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. – М.: Оборонгиз. 1957.

9. Баллистическая ракета на твёрдом топливе. Под редакцией ДТН, профессора А.М. Синюкова. – М.: Воениздат, 1972. – 510 с.

10. Инженерный справочник по космической технике. Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, проф., ДТН А.В. Солодова. – М.: Воениздат, 1977.

11. А.П. Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вокин, А.Л. Силецкий, А.Н. Жиганов. Введение в ракетно-космическую технику. Часть 3. Космические аппараты и их системы. Учебное пособие для студентов и аспирантов смежных специальностей. – Королёв МО: КИУЭС, 2012. – 275 с.

12. С.П. Уманский. Ракеты-носители. Космодромы. Под ред. Ю.Н. Коптева. – М.: Изд. «Рестарт+», 2001. – 216 с.

13. В. И. Феодосьев, Г.И. Синярев. Введение в ракетную технику. – М.: Оборонгиз, 1961. – 506 с.

14. Космонавтика и ракетостроение. Библиографическая энциклопедия. А-Я. – М.: Столичная энциклопедия, 2006.

15. Основы теории полёта и элементы проектирования искусственных спутников Земли. Под редакцией профессора Тихонравова М.К. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.

16. В.Н. Гуцин Основы устройства космических аппаратов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2003. – 272 с.

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

Интернет ресурсы:

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

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: MSOffice.

Информационные справочные системы: Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран); доской для письма мелом или фломастерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук), демонстрационными материалами (наглядными пособиями); доской для письма мелом или фломастерами;
рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
рабочее место студента, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

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

**«ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Искусственный интеллект и управление в ракетно-космических системах

Уровень высшего образования: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2021

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

№	компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплин обеспечивающий формирование компетенций	В результате разделы дисциплины обучающихся делятся		
				Знать	Уметь	Владеть
1	ПК-1	Способность устанавливать причинно-следственные связи между явлениями проблемной ситуации; возможность устранения проблем за счет автоматизации	Тема 1-4. Телеметрия зондирование Земли. Тема 5-8. Способы представления телеметрической информации. Тема 9-12. Сжатие цифровой информации Тема 13-15. Информационно-телеметрические системы	Принципы получения информационных сигналов	Определить характеристик и дестабилизирующих факторов при передаче информации	Методами оценивания помехоустойчивости и помехозащиты информации
2	ПК-4	Способность учитывать знания проблем и тенденций развития рынка ПО в профессиональной деятельности	Тема 1-4. Телеметрия зондирование Земли. Тема 5-8. Способы представления телеметрической информации. Тема 9-12. Сжатие цифровой информации Тема 13-15. Информационно-телеметрические системы	Принципы преобразования сигналов при практическом их использовании	Оценивать характеристик и цифровых сигналов в различных сечениях каналов передачи	Методами обмена избыточности информации сигналов на качество и защиту передачи

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерий оценки
ПК-1	Доклад в форме презентации	А) полностью сформирована 5 баллов В) частично сформирована 3-4 балла С) не сформирована 2 балла	Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств Время, отведенное на процедуру -10- 15 мин. Неявка - 0. Критерии оценки: 1 .Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной презентации (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).

			<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>
ПК-4	Реферат	<p>А) полностью сформирована 5 баллов</p> <p>В) частично сформирована 3-4 балла</p> <p>С) не сформирована 2 балла</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Оригинальность подхода и все-стороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). <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>
ПК-1 ПК-4	Контрольная работа	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл) 2. Умение применить выбранный метод (1 балл) 3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметически в расчетах (1 балл) 4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла) 5. Задача не решена вообще (0 баллов) <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p> <p>Время, отведенное на процедуру – до 40 мин. При необходимости время может быть увеличено.</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. Источники информации мультимедиа, их представления электрическими сигналами.
2. Цифровые сигналы. Аналого-цифровое преобразование. Формирование цифрового потока.
3. Статистика источника, энтропия, требования к каналу передачи.
4. Статистическое сжатие.
5. Префиксные коды.

3.2 Примерная тематика реферата:

1. Передатчик ТМИ
2. Приемник ТМИ
3. Система сбора ТМИ на РН, КА
4. Система декодирования и представления ТМИ
5. Ретранслятор ТМИ на геостационарной орбите
6. Ретранслятор ТМИ на низкой орбите
7. Наземный приемный пункт ТМИ

3.3 Примерная тематика контрольных работ:

1. Модуляция сигналов-носителей информационными сигналами.
2. Сигнально-кодовые конструкции при передаче видеoinформации.
3. Каскадное и сверточное кодирование.
4. Преимущества повышения основания кода.

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Основы построения и функционирования космических систем дистанционного зондирования Земли» являются две текущие аттестации в виде тестов. Итоговый контроль осуществляется в форме письменной экзаменационной работы.

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
Согласно графику учебного процесса	Тестовое задание Т-1, 2	ПК-1 ПК-4	25 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Согласно графику учебного процесса	Экзамен	ПК-1 ПК-4	3 вопроса, задание	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов; ответ на вопросы билета. «Хорошо»: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; •ответы на вопросы билета •неправильно решено практическое задание «Удовлетворительно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание неумение использовать и применять

						<p>полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; Неудовлетворительно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	--	--	--	--

4.1 Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

1. Как называют волновое изменение силы электромагнитного поля, распространяющегося в свободном пространстве?

- интерференцией волны;
- радиоволной;
- электромагнитным колебанием;
- поглощение волны;
- рассеяние электромагнитных волн

2. Какое явление происходит при распространении радиоволны над поверхностью Земли с конечной проводимостью

- потери энергии на ее нагрев
- рассеяние электромагнитной энергии
- интерференция волн
- излучение электромагнитных волн
- потери на рассеяние

3. К каким ССС относятся следующие стандарты AMPS, NMT-450 и NMT-900, TACS, RTMS

- аналоговым
- цифровым
- кодовым с множественным доступом
- времяимпульсным
- амплитудно-частотным

4. Энергия, уносимая электромагнитными волнами безвозвратно за одну секунду-

- мощность излучения.
- сопротивление излучения.
- сопротивление потерь.
- коэффициент полезного действия.
- входное сопротивление антенны.

5. Устройство, предназначенное для генерации радиочастотных колебаний и управления ими с целью передачи информации без использования проводного канала-

- Радиопередатчик.
- генератор.
- модулятор.
- источник питания.
- усилитель мощности.

6. В каких стандартах применяется частотная (ЧМ) или фазовая (ФМ) модуляция для передачи речи и частотная манипуляция для передачи информации управления?

- аналоговых
- частотных
- временных
- импульсных
- кодовых

7. Передача данных какому абоненту резко расширяет его возможности, поскольку, кроме телефонных, он может принимать телексные и факсимильные сообщения, различного рода графическую информацию

- подвижному
- стационарному
- интеллектуальному
- удаленному
- автоматическому

8. Коэффициент пропорциональности между мощностью излучения и квадратом действующего в антенне тока-

- мощность излучения.
- сопротивление излучения
- сопротивление потерь.
- коэффициент полезного действия.
- входное сопротивление антенны.

9. Отношение мощности излучения к мощности, подводимой к антенне-

- (?) мощность излучения.
- (?) сопротивление излучения.
- (?) сопротивление потерь.
- (!) коэффициент полезного действия.

- (?)входное сопротивление антенны

10. Комплексное сопротивление антенны, измеренное на ее входных зажимах-

- (!)входное сопротивление антенны.
- (?)выходное сопротивление антенны.
- (?)сопротивление излучения.
- (?)сопротивление потерь.
- (?)коэффициент полезного действия.

4.2 Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Основные понятия телеметрии.
2. Назначение телеметрических систем.
3. Классификация видов телеметрической информации.
4. Общие требования к телеметрическим системам.
5. Состав информационно-телеметрического комплекса (ИТК).
6. Многоканальные системы передачи информации.
7. Многоступенчатая модуляция.
8. Частотное (ЧРК), временное (ВРК) и кодовое (КРК) разделение каналов.
9. Первичная и вторичная обработка данных.
10. 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.
11. Классификация телеметрируемых параметров.
12. Функциональные и сигнальные параметры.
13. Медленно меняющиеся и быстро меняющиеся.
14. Телеметрические сообщения: события, величины, процессы.
15. Способы представления телеметрической информации: непрерывный, дискретный, квантованный, дискретно-квантованный.
16. Квантование по времени и по уровню. Виды квантования по уровню.
17. Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений.
18. Верность оценки телеметрического сообщения и точность телеизмерения.
19. Абсолютная и относительная погрешность. Шкала измерения параметра.
20. Среднеквадратическая погрешность.
21. Суммарная погрешность телеизмерений и ее составляющие.
22. Классификация погрешностей по признакам: методические и инструментальные, аддитивные и мультипликативные, динамические и статические, систематические и случайные, аномальные.
23. Вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по известным среднеквадратическим погрешностям составляющих.
24. Суммирование систематических погрешностей.
25. Погрешности квантования функциональных параметров.
26. Погрешность дискретизации функциональных параметров.

27. Погрешность дискретизации при восстановлении функциональных параметров с помощью фильтров.
28. Погрешность дискретизации при восстановлении параметра с помощью степенных полиномов.
29. Погрешности дискретизации сигнальных параметров.
30. Погрешность отсчета времени при передаче сигнальных параметров в канале с шумами.
31. Оценка шумовой погрешности в канале связи.
32. Количество информации, получаемой при измерении функциональных параметров.
33. Энтропия. Закон распределения случайной величины. Плотность вероятности.
34. Коэффициент корреляции.
35. Оценка количества информации о функциональных параметрах.
36. Оценка количества информации о сигнальных параметрах.
37. Проблема сжатия данных. Задачи сжатия данных. Задачи и общая характеристика техники сжатия данных в телеметрии.
38. Динамичность контролируемого параметра. Цель сжатия данных.
39. Модель информационного канала телеметрической системы.
40. Понятие «полезная информация». Информационное содержание задачи сжатия данных.
41. Объем сообщений. Объем аналого-дискретных сообщений. Объем сообщений и количество передаваемой информации. Сжатие объема сообщений. Избыточность сообщений.
42. Математическое содержание задачи сжатия данных. Квазиобратимое сжатие. Операторы представления и восстановления. Задача восстановления и задача сжатия.
43. Метрика для пространств Евклида и Гильберта. Восстановление сообщения в линейном пространстве. Базис и координаты. Параметры алгоритмов сжатия.
44. Адаптивные алгоритмы сжатия. Классификация и основные определения теории и техники сжатия данных. Необратимые и квазиобратимые преобразования.
45. Классификация методов сжатия.
46. Регулярный и адаптивный способы формирования координат.
47. Однопараметрическая и двухпараметрическая адаптация. Две схемы построения алгоритмов сжатия данных с двухпараметрической адаптацией.
48. Принципы построения адаптивных алгоритмов сжатия данных.
49. Критерии оценки алгоритмов сжатия данных.
50. Классификация и отличительные особенности алгоритмов сжатия. Алгоритмы с интерполяцией, с экстраполяцией, с интерполяцией и экстраполяцией.
51. Коэффициент сжатия данных. Эффективность представления сообщений.
52. Время-адресная (служебная) информация.
53. Коэффициент сложности алгоритма. Время задержки сообщения в аппаратуре сжатия. Показатель помехоустойчивости.

54. Общие сведения о многоканальных системах телеметрии.
55. Линейные и нелинейные методы разделения сигналов (каналов). Основы линейного разделения сигналов.
56. Представление группового сигнала с помощью системы функций.
57. Представление сигналов в виде векторов многомерного пространства. Линейно-независимые векторы, ортогональные векторы. Ортонормированный базис. Ортогональные функции.
58. Нелинейное разделение сигналов. Комбинационный метод разделения. Метод разделения сигналов по уровню.
59. Показатели качества аналоговых телеметрических радиолиний. Точность, достоверность и скорость передачи данных.
60. Удельные показатели расхода энергии и полосы частот. Энергетическая эффективность аналоговой радиолинии.
61. Эффективность использования полосы частот.
62. 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.
63. 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.
64. Достоинства цифровых методов передачи ТМИ.
65. Показатели качества телеметрических радиолиний и предельные соотношения между ними.
66. Верность передачи цифрового сообщения.
67. Показатели эффективности цифровой радиолинии. Пропускная способность канала связи.
68. Теорема Шеннона о существовании идеального кодирования. Зависимость $\beta^2 = f(\alpha_f)$. Предел Шеннона.
69. Цифровые радиолинии с многоосновными кодами.
70. Ортогональные сигналы. Симплексные сигналы. Биортогональные сигналы.
71. Оценка частотной эффективности цифровых радиолиний.
72. Сравнение информационно-телеметрических систем. Общий подход. Алгоритм сравнения аналоговых и цифровых радиолиний.
73. Сравнительный анализ цифровых и аналоговых радиолиний. Графические зависимости удельных расходов энергии и полосы частот для аналоговых и цифровых радиолиний.
74. 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.

75. 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.
76. Назначение и структура системы синхронизации.
77. Основные требования к системам синхронизации.
78. Алгоритм получения синхросигналов кадров, слов и символов.
79. Структурная схема приемной части тракта синхронизации.
80. Выделение сигналов символьной синхронизации.
81. Формирование и выделение канальных синхросигналов.
82. Схема выделения опорных импульсов при ВИМ.
83. Включение сигналов синхронизации каналов в цифровой код.
84. Схема обнаружения канальных синхроимпульсов накоплением сигналов различных фаз.
85. Обнаружение синхросигналов каналов путем исключения фаз с информационными символами.
86. Маркерные сигналы в аналоговых РТС. Варианты отличия маркера от измерительных сигналов в аналоговых РТС.
87. Первичная обработка. Вторичная обработка.
88. Особенности быстро меняющихся параметров (БМП) и их обработки. Методы учета влияния и компенсации помех при анализе БМП.
89. Дешифровка телеметрической информации. Алгоритмы автоматизированной дешифровки телеизмерения. Аппроксимация тарировочных характеристик. Привязка результатов обработки телеизмерений ко времени. Исследование поведения объекта контроля и решение задач идентификации.
90. Контроль функционирования и работоспособности объекта.
91. Поиск места и определение причин неисправностей объекта.
92. Прогнозирование технического состояния объектов диагностирования.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра управления и информационных технологий в космических системах
(НИИ КС им. А.А. Максимова, филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Искусственный интеллект и управление в ракетно-космических системах

Уровень высшего образования: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2021

1. Общие положения

Цель дисциплины:

- дать студентам теоретические знания и практические навыки по вопросам:
- способы представления телеметрируемых параметров;
 - формирование телеметрического потока для дистанционного зондирования земли;
- погрешности телеизмерений;
- методы передачи ТМИ;
- методы приема ТМИ;
- виды и методы обработки и анализа 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 ракетной телеметрии

2. Указания по проведению практических занятий

Практические занятия.

Тема: Проектирование бортовых систем ТМИ

Системы Сириус. Системы Скют. Системы Пирит.

Продолжительность занятия – 14 часов.

Тема: Приемно-регистрирующая аппаратура

Аппаратура ПРА-МК. Аппаратура МА-9МКТМ. Аппаратура Вектор.

Продолжительность занятия – 14 часов.

Тема: Перспективные бортовые системы ТМИ

Разрабатываемая бортовая система ТМИ.

Продолжительность занятия – 4 часа.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: Подготовить бакалавров к самостоятельной научно-технической деятельности.

Задачи самостоятельной работы:

- 1) Расширить представление в области формирования и использования информационных сигналов;
- 2) Систематизировать знания в области представления сигналов в стандартах;

3) Овладеть некоторыми навыками решения задач анализа и синтеза информационных сигналов.

Объем времени и виды самостоятельной работы представлены в таблице.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Количество часов	Перечень заданий
1.	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	30	Закрепляя пройденный материал, в дополнение к конспектам лекционных и практических занятий рекомендуется использовать литературу и другие источники, примерный перечень которых имеется в разделе 7.
2.	Подготовка к практическим занятиям	20	Проработка лекций, изучение рекомендованной литературы.
	Выполнение индивидуальной письменной работы	20	Выдается преподавателем каждому студенту индивидуально
	Подготовка к экзамену	10	Проработка лекций, практик, изучение рекомендованной литературы. Консультации у преподавателя.
ИТОГО		80	

5. Указания по проведению письменного задания

5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями m и n , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию

5.2.1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

5.2.2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

5.2.3. Основная часть работы включает вопросы, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

5.2.4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5.2.5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

5.2.6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

5.2.7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению.

Объём контрольной работы – 5...10 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman). Контрольная работа должна быть также представлена в электронном виде.

6. Указания по проведению курсовых работ

Не предусмотрено учебным планом.

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

Основная литература:

1. Аверьянов А.П., Вокин Г.Г., Кащеев И.А., Чаплинский В.С. Элементы ракетно-космической техники. Часть 1. Сведения о космосе и Солнечной системе. Ракеты. Учебное пособие для бакалавров смежных специальностей. – Королёв МО: МГОТУ, 2016. – 297 с.

Дополнительная литература:

1. Лысенко Л.Н. Наведение и навигация баллистических ракет. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 672 с.
2. Аппазов Р.Ф., Сытин О.Г. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. – М.: Наука, 1987. – 440 с.
3. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000. – 240 с.
4. Ракеты-носители. В.А. Александров, В.В. Владимиров, Р.Д. Дмитриев, С.О. Осипов. Под общ. ред. проф. С.О. Осипова. – М.: Воениздат, 1982. – 315 с.
5. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебник для технических вузов / В.П. Мишин, В.К. Безвербый, Б.М. Панкратов и др.; под ред. В.П. Мишина. – М.: Машиностроение, 1985. – 1985. – 360 с.
6. Основы теории полёта и элементы проектирования искусственных спутников Земли. Под редакцией профессора Тихонравова М.К. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.
7. Космическая техника. К. Гетлянд. Иллюстрированная энциклопедия. Перевод с англ. – М.: «Мир». – 1986. – 295 с.
8. Г.Б.Синярёв, М.В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. – М.: Оборонгиз. 1957.
9. Баллистическая ракета на твёрдом топливе. Под редакцией ДТН, профессора А.М. Синюкова. – М.: Воениздат, 1972. – 510 с.

10. Инженерный справочник по космической технике. Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, проф., ДТН А.В. Солодова. – М.: Воениздат, 1977.

11. А.П. Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вокин, А.Л. Силецкий, А.Н. Жиганов. Введение в ракетно-космическую технику. Часть 3. Космические аппараты и их системы. Учебное пособие для студентов и аспирантов смежных специальностей. – Королёв МО: КИУЭС, 2012. – 275 с.

12. С.П. Уманский. Ракеты-носители. Космодромы. Под ред. Ю.Н. Коптева. – М.: Изд. «Рестарт+», 2001. – 216 с.

13. В. И. Феодосьев, Г.И. Синярев. Введение в ракетную технику. – М.: Оборонгиз, 1961. – 506 с.

14. Космонавтика и ракетостроение. Библиографическая энциклопедия. А-Я. – М.: Столичная энциклопедия, 2006.

15. Основы теории полёта и элементы проектирования искусственных спутников Земли. Под редакцией профессора Тихонравова М.К. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.

16. В.Н. Гуцин Основы устройства космических аппаратов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2003. – 272 с.

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

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

9. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: *MS Office*

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины.