

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.05 Разработка и эксплуатация радиотелеметрических систем

(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Радиоинформатика, мониторинг и телеметрия

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	3	-	-
Семестр/триместр	6	-	-


Лекции	36	-	-
Лабораторные занятия	36	-	-
Практические (семинарские) занятия	36	-	-
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен 0,3	-	-
Контроль	9	-	-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	134,7	-	-

Всего часов: 252

Трудоемкость: 7 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

 А.А. Зайцев

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

Целью дисциплины «Разработка и эксплуатация радиотелеметрических систем» является освоение методов получения телеметрической информации от контролируемого объекта, формирование информационных параметров, осуществления операций сжатия и защиты информации, способов передачи полученной информации по беспроводным каналам связи, восстановления радиотелеметрических зависимостей на приёмной стороне.

Задачи изучения дисциплины:

- дать студентам основной комплекс знаний, необходимый для понимания принципов функционирования радиотелеметрических систем;
- сформировать навыки инженерного анализа и синтеза радиотехнических цепей в устройствах радиотелеметрии;
- выявлять связь используемой математической модели с физической стороной исследуемого процесса или устройства.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: <ul style="list-style-type: none">- способы проектирования решения конкретной задачи проекта, определения оптимальных способов ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений;	Знает: <ul style="list-style-type: none">- методы проектирования радиотелеметрических систем.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">- формулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение;- качественно решать конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- формулировать этапы построения радиотелеметрических систем.
	Владеть: <ul style="list-style-type: none">- навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач;- навыками публичного представления результатов решения задач исследования, проекта, деятельности;	Владеет: <ul style="list-style-type: none">- навыками эксплуатации систем радиотелеметрии.
ОПК-7 (К2) Способен участвовать в настройке и наладке	Знать: <ul style="list-style-type: none">– основные особенности работы платформ и программно-аппаратных комплексов;	Знает: <ul style="list-style-type: none">- принципы работы специализированных программно-аппаратных

программно-аппаратных комплексов		комплексов.
	Уметь: – применять современные способы настройки и наладки программно-аппаратных комплексов;	Умеет: - наладку и настройку программно-аппаратных комплексов.
	Владеть: – методами и приёмами, применяемыми при наладке программно-аппаратных комплексов; – методами и средствами тестирования, отладки и испытаний программно-аппаратных комплексов.	Владеет: - методами тестирования радиотелеметрических систем.
ПКС-1 Способен производить расчеты, необходимые для проектирования и эксплуатации оборудования систем связи и линий связи	Знать: - правила технической эксплуатации систем связи и линий связи; - основные этапы проектирования систем связи и линий связи	Знает: - правила технической эксплуатации радиотелеметрических систем.
	Уметь: - производить расчет систем связи и линий связи	Умеет: - рассчитывать параметры сигналов систем радиотелеметрии.
	Владеть: - специализированными методиками расчета, навыками чтения и формирования технического задания, средствами автоматизированного проектирования	Владеет: - средствами автоматизированного проектирования систем телеметрии.
ПКС-2 Способен применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения в задачах обработки сигналов, анализа результатов и управления параметрами систем связи	Знать: - разделы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, необходимые для работы со средствами машинного обучения и искусственного интеллекта	Знает: - знает математический фундамент функционирования систем ИИ.
	Уметь: - применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения в алгоритмах обработки сигналов; - применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения для вероятностного анализа средств и систем связи; - применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения в задачах маршрутизации трафика и управления сетью	Умеет: - применять методы ИИ для анализа систем радиотелеметрии.
	Владеть: - навыками работы с необходимым программным обеспечением для применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения в задачах обработки сигналов, анализа результатов и управления параметрами систем связи	Владеет: - навыками работы со специализированным ПО.
ПКС-3 Способен управлять	Знать: – общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств	Знает: - требования охраны труда при работе с

программно-аппаратными средствами информационно-коммуникационных систем	информационно-коммуникационных систем; – архитектуры аппаратных, программных и программно-аппаратных средств информационно-коммуникационных систем; – принципы установки и настройки программного обеспечения; – английский язык на уровне чтения технической документации в области информационных и компьютерных технологий; – требования охраны труда при работе с аппаратными, программно-аппаратными и программными средствами администрируемой инфокоммуникационной системы.	радиотелеметрическим и системами.
	Уметь: – конфигурировать периферийные устройства; – пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий.	Умеет: - пользоваться нормативно-технической документацией в области радиотелеметрии.
	Владеть: – навыками проверки функционирования устройств; – навыками инсталляции программного обеспечения для поддержки работы пользователей; – навыками настройки программного обеспечения для поддержки работы пользователей; – навыками документирования параметров настройки программного обеспечения.	Владеет: - навыками проверки функционирования устройств радиотелеметрии.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Основы радиотелеметрии	39	6	6	6	21
2.	Тема 1. Понятие телеметрии. Область применения. Телеметрируемые параметры (функциональные и сигнальные). Информационно-телеметрический комплекс.	13	2	2	2	7
3.	Тема 2. Групповой телеметрический сигнал. Временное и частотное разделение каналов.	13	2	2	2	7

4.	Тема 3. Информационно - телеметрическая система (ИТС). Классификация ИТС. Каналы и линии передачи телеметрической информации. Проводные линии связи. Оптоволоконные линии связи. Радиосвязь.	13	2	2	2	7
5.	Раздел 2. Модуляция электрических сигналов	39	6	6	6	21
6.	Тема 4. Понятие модуляции. Гармонические модулированные колебания. Амплитудная модуляция (АМ). Однотональная АМ. Многотональная АМ. АМ с подавленной несущей (балансная АМ). Однополосная АМ. Анализ узкополосных сигналов. Комплексная огибающая. Амплитудная огибающая. Фазовая функция. Преобразование Гильберта. Спектр аналитического сигнала. Полярная АМ. Аппаратные реализации АМ.	13	2	2	2	7
7.	Тема 5. Угловая модуляция (УМ). Фазовая модуляция. Частотная модуляция. Спектр сигнала с гармонической УМ. Модуляция/демодуляция ЧМ-сигналов. Квадратурная модуляция. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Сравнение ИКМ, АМ, ЧМ и ФМ.	13	2	2	2	7
8.	Тема 6. Амплитудно-импульсная модуляция. Широтно-импульсная модуляция. Временная импульсная модуляция. Мультиплексирование с разделением по частоте и по времени на примере системы сотовой связи стандарта GSM	13	2	2	2	7
9.	Раздел 3. Шумы	26	4	4	4	14
10.	Тема 7. Тепловой шум. Дробовый шум. Фликкер-шум. Эквивалентная шумовая мощность. Эффективная шумовая температура.	13	2	2	2	7
11.	Тема 8. Отношение сигнал/шум. Коэффициент шума. Формула де Фрииса.	13	2	2	2	7
12.	Раздел 4. Немодулированная передача	26	4	4	4	14
13.	Тема 9. Понятие	13	2	2	2	7

	немодулированной передачи. Межсимвольные помехи. Глазковая диаграмма. Частота появления ошибочных битов.					
14.	Тема 10. Многоуровневые сигналы при немодулированной цифровой передаче. Емкость канала связи.	13	2	2	2	7
15.	Раздел 5. Цифровая модуляция	39	6	6	6	21
16.	Тема 11. Понятие цифровой модуляции. Амплитудная манипуляция (АМн). Фазовая манипуляция (ФМн).	13	2	2	2	7
17.	Тема 12. Скрамблер. Дескрамблер. Частотная манипуляция (ЧМн). Квадратурная манипуляция (КМн). Фильтр нижних частот с косинусоидальным сглаживанием в качестве эквалайзера.	13	2	2	2	7
18.	Тема 13. Выравнивание частотной характеристики канала связи с помощью адаптивного фильтра. Эхоподавление с помощью адаптивного фильтра.	13	2	2	2	7
19.	Раздел 6. Передача данных	39	6	6	6	21
20.	Тема 14. HART-протокол. MODBUS (стандартный клиент).	13	2	2	2	7
21.	Тема 15. Полу/полнодуплексная передача. Дифференциальный и абсолютный сигнал.	13	2	2	2	7
22.	Тема 16. Асинхронная/синхронная передача. USART. SPI. I2C. RS485. RS232. RS422. USB. Ethernet.	13	2	2	2	7
23.	Раздел 7. Радиотелеметрические системы	34,7	4	4	4	22,7
24.	Тема 17. Системы телеметрии БПЛА	17	2	2	2	11
25.	Тема 18. Медицинские телеметрические системы	17,7	2	2	2	11,7
	Контроль:	9				
	Консультации					
	Форма отчетности: экзамен	0,3				
	Итого за 6 семестр	252	36	36	18	134,7
	ИТОГО:	252				

Очно-заочная форма обучения не реализуется

Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Типовой вариант контрольной работы

Тестовые задания

A1. Процесс, в результате которого один или несколько параметров несущего колебания изменяется по закону передаваемого сообщения называется:

1. детектирование
2. интегрирование
3. модуляция
4. дифференцирование

A2. По какой схеме можно определить полный состав элементов и связи между ними радиотелеметрической системы:

1. функциональная схема
2. принципиальная схема
3. структурная схема
4. алгоритмическая схема

A3. Период повторения сигнала равен 1мкс. Чему равна частота второй гармоники спектра сигнала

1. 2 МГц;
2. 1 МГц;
3. 0,5 МГц
4. 4 МГц

A4. Чему равна ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала с несущей частотой ω_0 и наивысшей частотой спектра информационного сигнала Ω_m

1. $2\omega_0$
2. $2\Omega_m$
3. $\omega_0 + \Omega_m$
4. $\omega_0 - \Omega_m$

A5. Сигналы, которые точно определены в любые моменты времени называются?:

1. дискретными
2. детерминированными
3. случайными
4. информативными

A6. Сигналы, мгновенные значения которых не известны, а могут быть лишь предсказаны с некоторой вероятностью, называются:

1. дискретными

2. детерминированными
3. случайными
4. информативными

А9. Чему равна размерность амплитудного спектра периодического сигнала:

1. Размерности сигнала;
2. Размерности сигнала, деленной на Гц;
3. В/Гц;
4. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

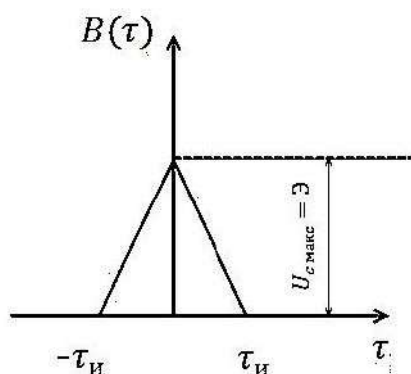
А10. Какие из перечисленных частот отсутствуют в спектре периодической последовательности прямоугольных импульсов с периодом повторения $T=1\text{ мс}$ и длительностью $\tau=0,2\text{ мс}$:

1. 2 кГц
2. 4 кГц
3. 5 кГц
4. 8 кГц
5. 25 кГц
6. 28 кГц

В1. Процесс выделения информационного (модулирующего) сигнала из модулированного колебания высокой (несущей) частоты называется _____.

В2. Гауссов шум – случайный сигнал, у которого _____ имеет форму гауссовой кривой.

В3. Автокорреляционную функцию указанного вида имеет _____ прямоугольный импульс.



В4. По отношению к свойствам сигнала $s(t) = s(t \pm kT)$, где $T - \text{const}$, k – целое число справедливо высказывание:

1. конечен во времени
2. непериодический
3. имеющий дискретный спектр

4. периодический
5. бесконечен во времени
6. имеющий непрерывный спектр

В5. Расположите сигналы в соответствии с порядком их аналитических выражений ЧМ, АМ, БАМ, ФМ:

1. $u_{\gamma} = \frac{MU_H}{2} \cos(\omega_0 + \Omega_i)t + \frac{MU_H}{2} \cos(\omega_0 - \Omega_i)t$
2. $u_{\gamma}(t) = U_H \cos(\omega_0 t + m_{\omega} \sin \Omega t)$
3. $u_{\gamma}(t) = U_H (1 + \sum_{i=1}^N M_i \cos \Omega_i t) \cos \omega_0 t$
4. $u_{\gamma}(t) = U_H \cos(\omega_0 t + m_{\varphi} \cos \Omega t)$

В6. В разложении в спектр периодического сигнала вида $f(t) = f(-t)$ присутствуют только _____ составляющая и _____ составляющие отдельных гармоник.

В7. Следующие виды модуляции применяют в радиотехнических системах: для передачи сигналов радиотелеметрии – _____ модуляцию.

В8. Чтобы увеличить глубину модуляции при получении АМ-сигнала необходимо:

1. увеличить амплитуду модулирующего напряжения
2. уменьшить амплитуду моделирующего напряжения
3. увеличить частоту моделирующего напряжения
4. увеличить амплитуду несущего колебания

Часть С.

С1. Определить собственную частоту и добротность контура, обладающего ёмкостью 200 пФ и активным сопротивлением 3,2 Ом, если собственная длина волны

колебаний контура равна 280 м.

С2. Контур настроен на частоту 20 МГц и имеет следующие параметры: индуктивность 5 мкГн, активное сопротивление 6,28 Ом.

Определить, во сколько раз уменьшится ток в контуре при расстройке на 50 кГц.

С3. Как изменится спектр последовательности прямоугольных импульсов, если уменьшить длительность τ и период T импульсов в два раза?

С4. В распоряжении имеется генератор сигналов с неизвестной спектральной характеристикой.

1. С помощью какого измерительного прибора возможно определить амплитудный спектр сигнала?
2. Каков принцип его действия?

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

**Вопросы к экзамену
(6 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие телеметрии. Область применения. Телеметрируемые параметры (функциональные и сигнальные).
2. Информационно-телеметрический комплекс.
3. Групповой телеметрический сигнал. Временное и частотное разделение каналов.
4. Информационно -телеметрическая система (ИТС). Классификация ИТС.
5. Каналы и линии передачи телеметрической информации. Проводные линии связи. Оптоволоконные линии связи. Радиосвязь.
6. Шумы. Тепловой шум. Дробовый шум. Фликер-шум.
7. Эквивалентная шумовая мощность. Эффективная шумовая температура. Отношение сигнал/шум. Коэффициент шума. Формула де Фрииса.
8. Понятие модуляции. Гармонические модулированные колебания. Амплитудная модуляция (АМ). Однотональная АМ. Многотональная АМ. АМ с подавленной несущей (балансная АМ). Однополосная АМ.
9. Анализ узкополосных сигналов. Комплексная огибающая. Амплитудная огибающая. Фазовая функция. Преобразование Гильберта. Спектр аналитического сигнала.
10. Полярная АМ. Аппаратные реализации АМ.
11. Угловая модуляция (УМ). Фазовая модуляция. Частотная модуляция. Спектр сигнала с гармонической УМ.
12. Модуляция/демодуляция ЧМ-сигналов. Квадратурная модуляция.
13. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Сравнение ИКМ, АМ, ЧМ и ФМ.
14. Амплитудно-импульсная модуляция. Широтно-импульсная модуляция. Временная импульсная модуляция.
15. Мультиплексирование с разделением по частоте и по времени на примере системы сотовой связи стандарта GSM.
16. Понятие немодулированной передачи. Межсимвольные помехи. Глазковая диаграмма. Частота появления ошибочных битов.
17. Многоуровневые сигналы при немодулированной цифровой передаче. Емкость канала связи.
18. Понятие цифровой модуляции. Амплитудная манипуляция (АМн).

19. Фазовая манипуляция (ФМн). Скрамблер. Дескрамблер.
20. Частотная манипуляция (ЧМн). Квадратурная манипуляция (КМн).
21. Фильтр нижних частот с косинусоидальным сглаживанием в качестве эквалайзера. Выравнивание частотной характеристики канала связи с помощью адаптивного фильтра.
22. Эхоподавление с помощью адаптивного фильтра.
23. HART-протокол. MODBUS (стандартный клиент). Полу/полнодуплексная передача.
24. Дифференциальный и абсолютный сигнал. Асинхронная/синхронная передача. USART. SPI. I2C. RS485. RS232. RS422. USB. Ethernet

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Костин, М. С. Архитектурно-конфигурируемые SDR-технологии радиомониторинга и телеметрии : учебное пособие : [16+] / М. С. Костин, А. Д. Ярлыков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 148 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618480> (дата обращения: 20.03.2024) – Библиогр.: с. 144. – ISBN 978-5-9729-0599-7. – Текст : электронный.
2. Мороз, А. П. Основы теории ракетной телеметрии : учебное пособие : [16+] / А. П. Мороз ; Технологический университет. – Москва : Директ-Медиа, 2022. – 412 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685422> (дата обращения: 20.03.2024) – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-2978-5. – DOI 10.23681/685422. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Дудко, Б. П. Космические радиотехнические системы : учебное пособие / Б. П. Дудко ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 291 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208643> – ISBN 978-5-86889-469-5. (дата обращения: 20.03.2024) – Текст : электронный.
2. Чернопятав, А. М. Беспилотные авиационные системы : учебник : [12+] / А. М. Чернопятав. – Москва : Директ-Медиа, 2024. – 188 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=714559> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-4520-4. – DOI 10.23681/714559. (дата обращения: 20.03.2024) – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	https://re.eltech.ru/jour	Известия высших учебных заведений Радиоэлектроника: научный журнал	Свободный доступ.

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	http://kazus.ru	Профессиональные базы данных: Справочные данные по диодам и транзисторам	Свободный доступ.
6.	http://www.promelec.ru	Профессиональные базы данных: Промэлектроника - Электронные компоненты	Свободный доступ.

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных следующим оборудованием: осциллографы «Меgeon 15010», С 1-65, С1-68, С1-49, С1-83, С1-55, генераторы низких частот Г3-118, ГНЧШ, генератор высоких частот Г4-102, Г4-116, Г4-153, генераторы прямоугольных импульсов Г5-48, Г5-54, Г6-46, вольтметры цифровые В7-4015, В7-30, В7-38, частотомеры ЧЗ-33, ЧЗ-63, ЧЗ-7; измеритель нелинейных искажений С6-11; измеритель параметров LCR; стойка УРПС, типовой комплект учебного оборудования "Радиоавтоматика - линейные непрерывные системы" РА-ЛНС-МРЦ; «Ишим-003», источники питания Б5-47, Б5-45; цифровой ж\к телевизор, персональный компьютер, универсальный аппаратно-программный комплекс «Алиса – СК», мультиметры, тестеры, монтажный инструмент, стенд по электроизмерениям НТЦ-08.100; комплект типового лабораторного оборудования «Основы метрологии и электрические измерения» ОМЭИ.001 РБЭ; лабораторный стенд РТЦС1-Н-К «Радиотехнические цепи и сигналы»; мультиметры, вольтметры, амперметры, частотомеры, магазины сопротивлений, лабораторные источники питания на 12 В.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.