

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ»

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Полетаев
Александр Сергеевич
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Устройства генерирования и формирования сигналов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-2 Способность проводить настройку и регулировку узлов радиотехнических устройств и систем	ПКР-2.4
ПКР-4 Готовность к эксплуатации и развитию транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы	ПКР-4.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.4	Знает принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения	Знать принципы работы устройств генерирования, усиления и преобразования аналоговых сигналов, основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения. Уметь анализировать принципиальные схемы отдельных узлов тракта генерирования, формирования и усиления сигналов. Владеть навыками настройки, эксплуатации и поддержания работоспособности радиотехнических устройств, предназначенных для генерирования и формирования радиосигналов.
ПКР-4.4	Знает состав оборудования сети радиодоступа, методы модернизации действующего оборудования сети радиодоступа; базы данных элементов сети и способы управления оборудованием сети радиодоступа	Знать основные принципы построения структурных схем устройств генерирования информирования сигналов; принципиальные схемы отдельных узлов тракта генерирования, формирования и усиления сигналов. Уметь применять основные методы расчета при решении практических задач; измерять чувствительность и другие технические характеристики радиопередающего оборудования

		сети радиодоступа. Владеть методиками проектирования и расчета электронных узлов оборудования сети радиодоступа, предназначенных для генерирования и формирования радиосигналов.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Основы теории цепей», «Методы измерения в радиотехнических устройствах и системах», «Электроника», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Основы построения радиоэлектронных устройств», «Электропреобразовательные устройства РЭС»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Устройства приема и обработки сигналов», «Основы конструирования и технологии производства РЭС», «Радиотехнические системы», «Оптические устройства в радиотехнике», «Программируемые устройства в радиотехнике»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	252	36	216
Аудиторные занятия, в том числе:	30	2	28
лекции	10	2	8
лабораторные работы	10	0	10
практические/семинарские занятия	10	0	10
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	213	34	179
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Общие принципы построения радиопередающих устройств	1	2					1, 2, 3	34	Устный опрос	
	Промежуточная аттестация										
	Всего		2						34		

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Генераторы с внешним возбуждением. Автогенераторы	1	2	1, 2	4	1, 2	4	1, 2, 3	69	Контрольная работа	
2	Формирование модулированных радиосигналов	2	2	3, 4	4	3	4	2, 3	57	Контрольная работа	
3	Цифровые устройства формирования сигналов	3	4	5	2	4	2	2, 3	53	Контрольная работа	
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен	
	Всего		8		10		10		188		

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие принципы построения радиопередающих устройств	Общие принципы построения цифровых и аналоговых радиопередатчиков. Особенности применения различных радиопередатчиков. Принципы построения и особенности вещательных, телевизионных, радиорелейных, тропосферных и спутниковых передатчиков, а также передатчиков мобильной связи.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Генераторы с внешним возбуждением. Автогенераторы	Основные характеристики, структурная схема усилителя мощности (УМ). Режимы работы УМ, напряженность режимов, основные характеристики. Применение биполярных транзисторов в УМ генераторов с внешним

		возбуждением. Гармонический анализ токов и напряжений. Нагрузочные характеристики. Особенности работы биполярных транзисторов в УМ. Основные параметры согласующей цепи в генераторах с внешним возбуждением. Цепи питания и смещения УМ: практические схемы. Согласующие цепи на реактивных элементах. Расчет согласующих цепей. Принципы сложения мощностей активных элементов в ГВВ. Синфазные и квадратурные мостовые схемы сложения. Параллельная и двухтактная схема включения. Генераторы с самовозбуждением (автогенераторы). Схемы генераторов. Автогенераторы на трехполюсных элементах. Уравнения баланса фаз и баланса амплитуд. Режимы возбуждения автогенераторов. Цепи питания и смещения АГ. Режимы Схема Клаппа. Кварцевый резонатор, Схемы кварцевых автогенераторов, Автогенераторы на одноходовых резонаторах. Атомные стандарты частоты. Синтезатор частот с частотной или фазовой модуляцией. Схема возбудителя для радиопередатчика. Цифровые и аналоговые синтезаторы частоты. Синтезаторы с ФАПЧ.
2	Формирование модулированных радиосигналов	Классификация методов амплитудной модуляции. Балансная модуляция (БМ). Полярная модуляция. Однополосная модуляция с подавленной несущей. Принцип формирования и применение однополосной модуляции SSB. Угловая модуляция. Частотная и фазовая модуляция. Принцип определения значения фазового угла. Мгновенная частота Индекс модуляции. Дискретная модуляция (манипуляция сигналами). Коэффициент корреляции. Межсимвольная интерференция и элементы задержки. Значащая позиция, единичный интервал и элементарный импульс (символ). Импульсные модуляторы (ИМ). Схемы ИМ. Импульсные модуляторы с частичным разрядом емкости. Процесс формирования фронта и спада напряжения. Формирование плоской части импульса. Импульсные модуляторы с тиристорным коммутатором.
3	Цифровые устройства формирования сигналов	Цифровые модуляторы с интерполятором и ЦАП. Структурная схема приемопередатчика. КАМ сигналы. Структура сигналов КАМ. Цифровые демодуляторы с АЦП и дециматором. Передискретизация сигналов. Интерполяционный полином. Использование полиномиальной интерполяции для цифровой передискретизации сигналов. Минимизация умножителей при расчете интерполяционного полинома. Цифровые методы

		модуляции сигналов. Импульсно-кодовая модуляция, Δ-модуляция. Спектральные характеристики дискретных сигналов. Сравнение помехоустойчивости дискретных сигналов. Оптимальные параметры при доступе с частотным разделением каналов. Цифровые фильтры (ЦФ). Условия приема без межсимвольных искажений. Функциональная схема цифровых фильтров. Классификация цифровых фильтров. Каузальные и некаузальные ЦФ. Линейные рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. ЦФ с конечной и бесконечной импульсными характеристиками. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов, Преимущества OFDM. Модель идеальной системы с OFDM. Передатчик и приемник OFDM. Применение технологии цифровой модуляции OFDM в сетях WiMax и LTE.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование генератора с внешним возбуждением	2
2	Исследование RC автогенератора	2
3	Исследование амплитудной и частотной модуляции	2
4	Исследование квадратурной фазовой манипуляции ФМ-4 (QPSK)	2
5	Исследование синтезатора частоты	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет режима маломощного каскада УМ на умеренных частотах	2
2	Анализ уравнений баланса амплитуд и фаз трехточечного автогенератора	2
3	Моделирование процессов получения модулированных сигналов при передаче дискретных и цифровых сигналов.	4
4	Цифровые формирующие фильтры в GMSK и QAM системах	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	20
2	Расчетно-графические и аналогичные работы	6
3	Решение специальных задач	8

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	32
3	Проработка разделов теоретического материала	135

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: мультимедийные технологии подачи лекционного материала, обучающие видеозаписи, групповые дискуссии, решение специальных задач в малых группах, кейс-метод проектирования и решения задач.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Устройства генерирования и формирования радиосигналов : метод. указания для курсового и диплом. проектирования / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 17 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Полетаев А. С. Устройства генерирования и формирования сигналов : электронный курс / А. С. Полетаев, 2023

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Устройства генерирования и формирования радиосигналов [Текст] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т; [сост. В. Е. Засенко]. Ч. 1, 2005. - 90 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Перед выполнением каждой лабораторной работы производится устный опрос с целью проверки готовности студента к выполнению лабораторной работы. Допускается использование только своих конспектов лекций.

Пример:

1. Определение понятия генератора с внешним возбуждением (ГВВ).
2. Основные характеристики усилителей мощности (УМ).

Критерии оценивания.

Устный опрос считается пройденным, если студент правильно ответить на два теоретических вопроса.

6.1.2 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

В течение 10 минут студенты дают краткие письменные ответы на вопросы, рассмотренные в лекциях текущего контроля. Допускается использование только своих конспектов лекций.

Пример:

1. Автогенераторы на трехполюсных активных элементах. Уравнение баланса трехточечного автогенератора.
2. Схемы автогенераторов (анализ управляющего сопротивления).
3. Режимы самовозбуждения автогенераторов.
4. Цепи питания и смещения автогенератора.
5. Особенности расчета автогенератора.

Критерии оценивания.

Контрольная работа засчитывается, если количество правильных ответов составляет не менее 80% от общего числа вопросов.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-2.4	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает принципы функционирования различных устройств генерирования и формирования радиосигналов. Выполняет подключение лабораторного оборудования экспериментального исследования преобразований сигналов в отдельных радиотехнических узлах. Демонстрирует умение настраивать оборудование и средства технического контроля аппаратуры для генерирования и формирования сигналов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.
ПКР-4.4	Исчерпывающе, последовательно,	Устное

	четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе функциональные связи и аналитические зависимости процессов генерирования и формирования сигналов, в ответах используют принципиальные схемы и объясняет принцип их работы, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен относится к итоговому контролю по изучению курса «Устройства генерирования и формирования сигналов». К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие курс практических занятий и защитившие все лабораторные работы. Экзамен проходит в устной форме. Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса из различных разделов курса.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»:

Тема № 1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)

1. Дайте определение понятия генератора с внешним возбуждением (ГВВ).
2. Структурная схема усилителя мощности (УМ). Объясните назначение основных цепей. Требования, предъявляемые к УМ.
3. Принципы построения схем УМ.
4. Охарактеризуйте основные режимы работы АЭ в УМ.
5. Схемы питания и смещения ГВВ. Каковы их преимущества и недостатки?
6. В чем сущность метода анализа работы ГВВ при идеализации статических характеристик АЭ, достоинства, недостатки метода? Правила идеализации.
7. Ключевые режимы работы АЭ в УМ.
8. Режим работы УМ с гармоническим коллекторным напряжением и отсечкой выходного тока. Понятие угла отсечки.
9. Параметры и характеристики АЭ, применяемых в ГВВ. Аппроксимация статистических характеристик АЭ. Динамическая характеристика.
10. Напряженность режимов работы АЭ в УМ.
11. Гармонический анализ токов и напряжений в цепях усилителя мощности.
12. Нагрузочные характеристики усилителя мощности.
13. Расчет режима работы активного элемента (маломощный транзистор)
14. Особенности работы биполярных транзисторов в усилителях мощности. Особенности расчета.
15. Коррекция частотных характеристик маломощного транзистора.

16. Особенности расчета режимов мощных биполярных транзисторов.
17. Разновидности согласующих цепей в усилителях мощности.
18. Согласующие цепи широкополосных усилителей мощности.
19. Способы сложения мощностей активных элементов.
20. Параллельное и двухтактное включение активных элементов.
21. Мостовое включение активных элементов. Применение и разновидности мостовых схем сложения мощности.
22. Синфазные мостовые схемы сложения.
23. Квадратурные мостовые схемы сложения.
24. Назначение и классификация умножителей частоты. Транзисторные умножители частоты.
25. Принцип работы трехдецибельного направленного ответвителя.

Тема №2 Автогенераторы (АГ)

1. Автогенераторы на трехполюсных активных элементах. Уравнение баланса трехточечного автогенератора.
2. Схемы автогенераторов (анализ управляющего сопротивления).
3. Режимы самовозбуждения автогенераторов.
4. Цепи питания и смещения автогенератора.
5. Особенности расчета автогенератора.
6. Индуктивная трехточка. Условия самовозбуждения, частота генерации, цепи питания.
7. Емкостная трехточка. Условия самовозбуждения, частота генерации, цепи питания.
8. Стабильность частоты АГ. Дестабилизирующие факторы и механизмы их влияния на нестабильность частоты автогенератора.
9. Емкостная трехточка по схеме Клаппа.
10. Кварцевый резонатор, частотные свойства и параметры кварцевых резонаторов.
11. Схемы кварцевых автогенераторов.
12. Схема возбуждения кварца на механических гармониках.
13. Теория частотной автоподстройки частоты.
14. Принцип действия систем фазовой автоподстройки частоты.
15. Основные принципы построения синтезаторов частот.
16. Принципы построения синтезатора частоты на основе прямого синтеза.
17. Принципы построения синтезатора частоты с использованием схемы фазовой автоподстройки частоты.
18. Синтезатор частоты с использованием ДПКД.

Тема № 3 Формирование радиосигналов

1. Дайте определение понятий: модуляция, модулирующий сигнал, несущая частота. Основные соотношения при амплитудной модуляции.
2. Угловая модуляция - основные понятия, отличительные черты ЧМ и ФМ колебаний.
3. Однополосная модуляция, особенности, применение?
4. Структурная схема передатчика при АМ.
5. Структурная схема передатчика с угловой модуляцией.
6. Области применения передатчиков с угловой модуляцией.
7. Амплитудная модуляция смещением.
8. Амплитудная модуляция возбуждением.
9. Коллекторная амплитудная модуляция.
10. Комбинированная амплитудная модуляция.

11. Способы формирования колебания с одной боковой полосой.
12. Методы получения ЧМ колебаний.
13. Получение ЧМ колебания прямым методом.
14. Фазовый модулятор.
15. Получение ЧМ колебания косвенным методом.
16. Частотная и фазовая манипуляция.
17. Структурная схема получения ЧМ сигнала без разрыва фазы.
18. Принципы построения и области применения передатчиков с импульсной модуляцией.
19. Ключи и накопители, применяемые в импульсных модуляторах.
20. Принципы построения импульсных модуляторов.
21. Модулятор на жесткой лампе.
22. Импульсный модулятор на мягкой лампе.
23. Импульсный модулятор на нелинейных индуктивностях.
24. Многоуровневая амплитудно-фазовая модуляция.

Тема № 4 Цифровые методы формирования радиосигналов

1. Дайте определение узкополосного сигнала.
2. Что такое комплексная огибающая узкополосного сигнала, какая информация заложена в это понятие?
3. Что такое квадратурная обработка сигналов? Как она реализуется и для чего применяется?
4. Как осуществляется квадратурная обработка узкополосных радиосигналов и какие спектральные преобразования ей соответствуют?
5. Что представляет из себя универсальный квадратурный модулятор?
6. Объясните понятие «передискретизация» сигналов.
7. Что такое многоскоростные системы цифровой обработки сигналов?
8. Что такое интерполяция сигнала и с помощью каких систем ЦОС она выполняется?
9. Каким образом возможен перенос спектра сигнала в восходящей дискретной системе (ВДС)?
10. На какие частоты может быть перенесен спектр сигнала в ВДС?
11. Что такое децимация сигнала и с помощью каких систем ЦОС она реализуется?
12. Какую задачу решает нисходящая дискретная система (НДС)?
13. Как осуществляется перенос спектра сигнала в НДС и на какие частоты может быть перенесен спектр сигнала в НДС?
14. Модуляция, применяемая для цифрового телевидения стандарта DVBT.

Пример задания:

Билет №1.

1. Принципы построения схем УМ.
2. Индуктивная трехточка. Условия самовозбуждения, частота генерации, цепи питания.
3. Что представляет из себя универсальный квадратурный модулятор?_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
для получения	для получения	для получения	студент получает

оценки «отлично» необходимо полностью раскрыть содержание билета	оценки «хорошо» необходимо верно ответить на все теоретические вопросы, но содержание раскрыто неполностью	оценки «удовлетворительно» достаточно правильно ответить на два теоретических вопроса	оценку «не удовлетворительно» если не ответил ни на один вопрос
---	---	---	--

7 Основная учебная литература

1. Полетаев А. С. Устройства генерирования и формирования сигналов : электронный курс / А. С. Полетаев, 2023
2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов [Текст] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т; [сост. В. Е. Засенко]. Ч. 1, 2005. - 90.
3. Устройства генерирования и формирования радиосигналов : метод. указания для курсового и диплом. проектирования / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 17.
4. Устройства генерирования и формирования радиосигналов [Электронный ресурс] : методические указания для курсового и дипломного проектирования / Иркутский гос. технический ун-т, 2001. - 17.
5. Головин О. В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов : учебное пособие по специальностям «Средства связи с подвижными объектами» и «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» / О. В. Головин, 2012. - 782.
6. Цифровые и аналоговые системы передачи : учеб. для вузов по направлению "Телекоммуникации" ... / В. И. Иванов [и др.]; под ред. В. И. Иванова [и др.], 2005. - 231.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Устройства генерирования и формирования радиосигналов : учебник для вузов по спец. "Радиотехника" / Под ред. Г. М. Уткина. В. М. Кулешова, 1994. - 416.
2. Дегтярь Г. А. Устройства генерирования и формирования радиосигналов : учеб. пособие для студентов 3-го курса РТФ (спец. 2301). Ч. 1 / Г. А. Дегтярь; Новосиб. гос. техн. ун-т, 1993. - 172.
3. Першин В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи : учебное пособие для вузов по направлению 210000 "Электронная техника, радиотехника и связь" / В. Т. Першин, 2013. - 612.
4. Скляр Бернард. Цифровая связь: Теорет. основы и практ. применение : [Пер. с англ.] / Бернард Скляр, 2003. - 1099.
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь: Методы модуляции и расширения спектра / К. Феер, 2000. - 518.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=5140>
2. <http://library.istu.edu/>

3. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Office 2019 Pro Plus
2. LabView
3. MATLAB_поставка 2015
4. MultiSim 10.1_EDUCATION_25 USER LICENSE _поставка 2010
5. PTC Mathcad Professional _поставка 2014
6. Свободно распространяемое программное обеспечение Electronic Workbench (EWB) 5.12

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. установка "Устройства генерирования и формирования радиосигналов"
2. монитор Samsung 71 ON SKS LCD 17"
3. Генератор сигналов высокочастотный GRG-450B
4. установка "Устройства генерирования и формирования радиосигналов"
5. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
6. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
7. 313028 Осциллограф С1-73
8. 311425 Изделие Р 678 н
9. 311426 Изделие Р 678 н
10. компьютер iP4-631/1024/HDD120/GF256MB/DVD-RW/LCD19"LG1953
11. Компьютер в сборе BN-Ir1811-1 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/MOS
12. 311430 Изделие Р-326М
13. Анализатор систем связи General Dynamics R8000

14. 311429 Изделие Р-326М
15. Измеритель RLC Е7-22
16. 313022 Осциллограф С1-73
17. 311431 Изделие Р-326М
18. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1х1.8 м
19. компьютер iP4-631/1024/HDD120/GF256MB/DVD-RW/LCD19"LG1953
20. Изделие Р-140М2
21. Компьютер Intel 3.2GHz/4Gb/1Tb/DVDRW/Foxconn50DV/Cardreader/NVIDIA 1Gb/ИБП Ippon 800/LG W1942/кл/мышь
22. Проектор Viewsonic PJD7383 DLP
23. МФУ HP LJ Pro 1536 MFP
24. 311306 Генератор Г4-154
25. 312574 Генератор Г4-151
26. Универс. приемо-передающая платформа для проектиров. СВЧ-систем
27. Экран ScreenMedia GoldView 274*206 настенный
28. Макетная плата EmonaDATEх для учебной лабораторной станции виртуальных приборов- платформа NI ELVIS