



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ***

Направление подготовки (специальность)  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Промышленная электроника и автоматика электротехнических комплексов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

10.02.2021 г. протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук

 Вечеркин М.В.

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг, канд. техн. наук

 Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Системы электросвязи» является изучение обучающимися основ построения и процессов функционирования аппаратных средств систем электросвязи, способов их эффективного применения, а также формирование способностей проводить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию электронных устройств и систем электросвязи.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Системы электросвязи входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Сигнальные процессоры;

Методы и средства диагностирования;

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин/практик:

производственная научно-исследовательская работа,

подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы электросвязи» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов электронных устройств и систем
ПК-3.1	Производит монтаж, наладку и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) электронного устройства или системы в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией
ПК-3.2	Проводит анализ и систематизацию данных об отказах в работе опытных образцов электронного оборудования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 92,05 акад. часов;

Форма аттестации – зачет

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		лекции	лаб. зан.	практ. зан				
<b>1. Телекоммуникационные системы</b>								
1.1. Основные понятия и определения. Основные единицы измерения в телекоммуникации.	2	1		1	4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-3.1 зу ПК-3.2 зу
1.2. Классификация цифровых систем передачи: по принципу разделения каналов; по способу формирования канальных сигналов; по способу объединения цифровых потоков; в зависимости от среды распространения сигналов электросвязи; по числу каналов.		1		1/ 2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Решение индивидуальных заданий.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 ув ПК-3.2 ув
1.3. Иерархия цифровых телекоммуникационных систем. Глобальная информационная инфраструктура (ГИИ).		1		1	8	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-3.1 з, ПК-3.2 з
1.4. Принципы мультиплексирования цифровых потоков. Объединение цифровых потоков в плезеохронной цифровой иерархии. Асинхронное объединение цифровых потоков. Синхронное объединение цифровых потоков. Функциональные узлы оборудования временного группообразования.		2		2	12	Самостоятельное изучение учебной литературы. Решение индивидуальных заданий.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 зу, ПК-3.2 зу
1.5. Синхронизация в цифровых системах передачи. Фазовая, тактовая, цикловая и кадровая синхронизация. Генераторы и приемники синхросигналов.		2		2	10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-3.1 ув, ПК-3.2 ув
<b>Итого по разделу</b>		<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7/ 2И</b>	<b>40</b>			

<b>2. Направляющие системы электросвязи</b>								
2.1. Типы направляющих систем электросвязи (НСЭ): кабельные (КЛ), воздушные (ВЛ), волоконно-оптические (ВОЛП). Классификация и характеристики электрических кабелей связи. Классификация и характеристики оптических волокон (ОВ).	2	1		1	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	ПК-3.1 зу, ПК-3.2 зу
2.2. Параметры передачи НСЭ: коаксиальные кабели; симметричные кабели; волноводы; сверхпроводящие кабели; оптические волокна.		2		2	12	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	ПК-3.1 ув, ПК-3.2 ув
2.3. Основные принципы и методы технической эксплуатации НСЭ.		2		2/ 2И	7	Самостоятельное изучение учебной литературы. Решение индивидуальных заданий.	Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 ув, ПК-3.2 ув
<b>Итого по разделу</b>		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5/ 2И</b>	<b>25</b>			
<b>3. Технологические сети и системы связи</b>								
3.1. Назначение и задачи технологической связи. Общие требования к системе управления технологической сетью связи.	2	1		1	10	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 зу, ПК-3.2 зу
3.2. Вторичные сети и системы технологической связи: диспетчерская связь, телемеханика, видеотелефонная связь, подвижная радиосвязь, громкоговорящая связь, оповещение, системы безопасности.		2		2	12,05	Самостоятельное изучение учебной литературы. Решение индивидуальных заданий.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 у, ПК-3.2 у
3.3. Инженерная инфраструктура технологической сети связи. Надежность и живучесть технологической сети связи.		2		2/ 2И	5	Самостоятельное изучение учебной литературы. Решение индивидуальных заданий.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1 ув, ПК-3.2 ув
<b>Итого по разделу</b>		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5/ 2И</b>	<b>27,1</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>17</b>	<b>0</b>	<b>34/ 6И</b>	<b>92,05</b>	<b>Зачет</b>		

## **5 Образовательные технологии**

Для освоения дисциплины «Системы электросвязи» используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов и принципов описания физических процессов. Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

Практические занятия – для детализации и усвоения полученных теоретических знаний, и для формирования требуемых навыков и умений.

Результаты обучения контролируются зачетом.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Крухмалев, В. В. Цифровые системы передачи : учебное пособие / В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов ; под редакцией А. Д. Моченова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 376 с. — ISBN 978-5-9912-0226-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111071> (дата обращения: 07.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Смычѣк, М. А. Технологические сети и системы связи : учебное пособие / М.А. Смычѣк. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 400 с. — ISBN 978-5-9729-0338-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124698> (дата обращения: 07.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Будылдина, Н. В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных: учебное пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов ; под редакцией В.П. Шувалова. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2018. — 342 с. — ISBN 978-5-9912-0536-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111025> (дата обращения: 07.09.2020).— Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник / В. Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. — 396 с. — ISBN 978-5-9912-0251-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111046> (дата обращения: 07.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи: учебное пособие / М. А. Быховский, Ю. М. Кирик, В. И. Носов [и др.] ; под редакцией М. А. Быховского. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 332 с. — ISBN 978-5-9912-0309-9. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111029> (дата обращения: 07.09.2020).— Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей: учебное пособие / Е. Б. Алексеев, В. Н. Гордиенко, В. В. Крухмалев [и др.] ; под редакцией В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкого. — 2-е изд., испр. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 392 с. — ISBN 978-5-9912-0254-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111002> (дата обращения: 07.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Arduino	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Журнал радиоэлектроники - электронный журнал [Электронный ресурс],	<a href="http://jre.cplire.ru/jre/radioeng.html">http://jre.cplire.ru/jre/radioeng.html</a>
Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]	<a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория ауд. 459	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория ауд. 459	Лабораторные стенды с комплектом лабораторных работ по магнитным элементам электронных устройств
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и	Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими



Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
специализированная ауд. 343	комплексами для решения задач в области моделирования процессов перемангничивания ферромагнитных материалов.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Интерактивная доска, проектор; Мультимедийный проектор, экран.
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы.	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.
Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.	Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки
Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Системы электросвязи» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает защиту решения контрольных задач и подготовку к защите тем.

Перечень тем для устной защиты:

1. Основные принципы построения цифровых телекоммуникационных систем
2. Направляющие системы электросвязи
3. Особенности построения технологических систем телекоммуникации связи

### *Типовые вопросы к защите темы 1*

1. Назовите основные способы снижения затухания при дискретизации аналоговых сигналов.
2. В чем сущность резонансного способа дискретизации?
3. Процесс кодирования в кодерах последовательного счета. Достоинства и недостатки кодеров последовательного счета.
4. Процесс кодирования в линейных кодерах поразрядного кодирования или взвешивающего типа.
5. Назначение инверторов DD1 и DD2 линейного кодера взвешивающего типа для двухполярных сигналов. Назначение устройства формирования ИКМ сигнала.
6. Назначение компандерной логики в схеме нелинейного кодера.
7. Назначение экспандерной логики в схеме нелинейного декодера.
8. Сформулируйте основные требования к генераторному оборудованию ЦСП.
9. Укажите назначение основных элементов структурной схемы генераторного оборудования ЦСП.
10. Изобразите функциональную схему ДК для формирования канальных последовательностей импульсов с использованием кольцевого счетчика.
11. Изобразите функциональную схему ДК для формирования канальных последовательностей импульсов с использованием соответствующего разрядного счетчика.

### *Типовые вопросы к защите темы 2*

1. Назовите основные достоинства и недостатки радиолиний.
2. Назовите основные достоинства и недостатки кабельных линий связи.
3. В каком диапазоне частот работают симметричные линии связи?
4. В каком диапазоне частот работают коаксиальные линии связи?
5. В каком диапазоне частот работают оптические линии связи?
6. Почему в настоящее время снижается использование медножильных электрических кабелей связи?
7. Почему в настоящее время более широко применяются оптические кабели связи?
8. Почему четырехпроводная схема организации связи уступает место двухпроводной по защищенности от взаимных влияний?
9. Почему двухпроводная схема организации связи уступает место четырехпроводной по устойчивости и дальности связи?
10. Какие основные требования предъявляются к НСЭ?
11. Назовите основные направления развития современных НСЭ.
12. Назовите и поясните физический смысл первичных параметров передачи.
13. Назовите и поясните физический смысл вторичных параметров передачи.

14. Как изменяется волновое сопротивление в зависимости от частоты?
15. Как изменяется коэффициент затухания и фазы в зависимости от частоты?
16. Как изменяется скорость передачи в зависимости от частоты?
17. Что такое коэффициент отражения?
18. Что такое коэффициент бегущей волны и коэффициент стоячей волны?
19. Что такое  $Z_{вх}$  цепи?
20. Что такое рабочее затухание?
21. Поясните причины появления обратного и попутного потоков.
22. Назовите параметры временных характеристик направляющих систем.

#### *Типовые вопросы к защите темы 3*


1. Перечислите критерии оценки надежности и требования к живучести первичной сети связи.
2. Перечислите способы повышения надежности первичной сети связи.
3. Перечислите способы повышения надежности вторичных сетей связи.
4. Приведите методику определения показателей живучести технологических сетей связи.

#### *Типовые задачи*

1. Требуется определить минимальное значение частоты дискретизации  $f_d$  сигнала трехканальной подгруппы, для которой  $F_n = 12,3$  кГц и  $F_v = 23,4$  кГц.
2. Требуется определить необходимое число разрядов двоичного кода для кодирования числа 111 и записать его двоичным кодом.
3. На вход нелинейного кодера поступает отсчет равномерного квантования, равный  $U_{отс} = +1264\delta_0$ . Определить структуру кодовой комбинации при нелинейном кодировании по закону А-87,6/13.
4. На вход нелинейного кодера поступает отсчет равномерного квантования равный  $U_{отс} = -764\delta_0$ . Определить структуру кодовой комбинации при нелинейном кодировании по закону А-87,6/13.
5. На вход нелинейного декодера поступает кодовая комбинация вида 01010101. Определить значение отсчета на выходе нелинейного декодера.
6. Определить требования к относительной нестабильности двух независимых задающих (станционных) генераторов (ЗГ), чтобы выполнялась норма на частоту проскальзывания, равная 5 проскальзываниям за 24 ч для эталонной цепи ОЦК, содержащей 13 транзитных узлов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3 Способен проводить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов электронных устройств и систем		
ПК-3.1	Производит монтаж, наладку и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) электронного устройства или системы в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией	<p><b>Типовые вопросы к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразите структурную схему цифрового регистра или преобразователя последовательного кода в параллельный.</li> <li>2. Разработайте функциональную схему ЗГ с использованием двух инверторов.</li> <li>3. Какие факторы влияют на искажение формы импульсов, распространяющихся по направляющим системам связи?</li> </ol> <p><b>Типовые задания к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На вход нелинейного кодера поступает АИМ-2 сигнал с амплитудой – 1018до. Определить структуру кодовой комбинации на выходе нелинейного кодера.</li> <li>2. На вход нелинейного декодера поступает ИКМ сигнал вида 00111101. Определите амплитуду АИМ-2 отсчета на выходе нелинейного декодера.</li> <li>3. На примере схемы поясните режимы работы генераторного оборудования. Укажите порядок наладки схемы при переключении режимов синхронизации.</li> </ol> 

ПК-3.2

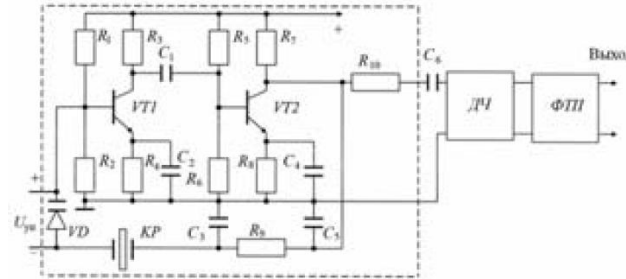
Проводит анализ и систематизацию данных об отказах в работе опытных образцов электронного оборудования

### Типовые вопросы к зачету

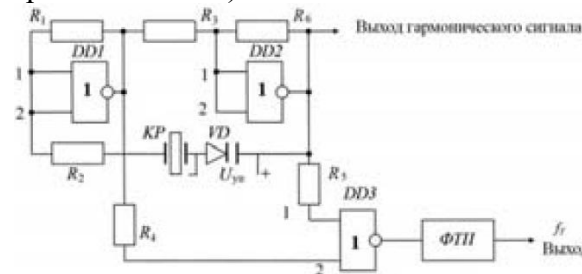
1. Каковы основные положения по вопросам надежности и живучести сетей связи?
2. Перечислите и поясните методы показателей надежности сети связи.
3. Каким образом можно локализовать места повреждения оптического кабеля?

### Типовые задания к зачету

1. Поясните работу схемы задающего генератора, изображенного на рисунке. Проанализируйте поведение схемы при отказе одного из элементов (задается преподавателем)



2. Поясните работу схемы задающего генератора, изображенного на рисунке. Проанализируйте поведение схемы при отказе одного из элементов (задается преподавателем)



3. Каковы основные положения по вопросам надежности и живучести сетей связи?

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет получает обучающийся, своевременно и в полном объеме выполнивший все требования рабочей программы дисциплины.

Критерии оценки для получения зачета:

**«зачтено»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций.

**«не зачтено»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.