МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Полупроводниковая схемотехника

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2053
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цель: Формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций и обеспечение глубокого знакомства с теоретическими основами и практическими аспектами построения электронных устройств. Дисциплина призвана дать понимание физики процессов, происходящих в полупроводниковых материалах, а также принципов действия, параметров и характеристик современных полупроводниковых устройств, применяемых в системах железнодорожной автоматики.

Задачи:

- Изучение теоретических основ аналоговой и цифровой схемотехники, включая физические принципы работы полупроводниковых приборов (диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, оптоэлектронных компонентов) и методы анализа электронных схем.

- Ознакомление с современной элементной базой электроники: дискретными компонентами, операционными усилителями, интегральными микросхемами, в том числе построенными на базе перепрограммируемой логики (ПЛИС), которые широко используются в современных микропроцессорных устройствах СЦБ.

- Рассмотрение принципов работы, расчета и проектирования классических электронных схем: усилителей, генераторов, импульсных и линейных стабилизаторов напряжения, цифро-аналоговых (ЦАП) и аналого-цифровых (АЦП) преобразователей, логических автоматов и запоминающих устройств.

- Знакомство с современными программными средствами схемотехнического моделирования (например, Multisim, Micro-Cap) для виртуальной проверки работоспособности проектов до их физической реализации.

- Формирование представлений о факторах, влияющих на стабильность и помехоустойчивость полупроводниковых схем, что критически важно для поддержания заданного уровня надежности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе

знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта;

ПК-4 - Способен разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные системы обеспечения движения поездов на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств;
- правила технического обслуживания и ремонта;

Уметь:

- выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта;
- разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов;

Владеть:

- Применяет в области профессиональной деятельности правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации.
- Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	80	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	48	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 160 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Применение каналообразующих устройств на ж.-д. транспорте Рассматриваемые вопросы: - Понятие канала связи в системах диспетчерской централизации, автоблокировки и радиосвязи. - Требования к надежности и помехозащищенности КОУ в условиях сильных электромагнитных помех тягового тока. - Частотное разделение каналов - Временное разделение каналов. - Кодовое разделение. - Использование активных фильтров на ОУ для выделения частотных полос. - Гальваническая развязка цепей управления и передачи. - Усилители-ограничители и нормализаторы сигналов на входе КОУ. - Структурная схема многоканальной системы передачи команд управления светофорами и стрелками.
2	Автогенераторы, стабилизация их частоты. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Баланс амплитуд и баланс фаз. - Условия возникновения колебаний в цепях с положительной обратной связью. - Схема индуктивной трехточки. - Схема емкостной трехточки. - Расчет элементов контура и коэффициента усиления транзисторного каскада. - Генераторы с фазосдвигающей цепью. - Генераторы на двойном Т-образном мосте Вина. - Применение в низкочастотных трактах КОУ. - Влияние температуры и питания на параметры полупроводниковых приборов. - Кварцевая стабилизация: эквивалентная схема кварцевого резонатора, включение в схему генератора - Термостатирование и компенсационные схемы.
3	Аналоговые модуляторы в КОУ ж.-д. транспорта Рассматриваемые вопросы: - Амплитудная модуляция: принцип действия, коэффициент модуляции. - Частотная и фазовая модуляция. - Модуляция в цепи коллектора (базы) транзистора. - Балансные модуляторы на диодах и транзисторах. - Модуляторы на основе аналоговых умножителей напряжения. - Управление емкостью варикапа в колебательном контуре автогенератора. - Генераторы, управляемые напряжением на базе интегральных схем. - Формирование тональных сигналов для кодирования состояний рельсовых цепей.
4	Аналоговые демодуляторы КОУ ж.-д. транспорта. Рассматриваемые вопросы: - Диодный детектор: принцип работы, выбор постоянной времени RC-фильтра. - Синхронное детектирование на балансных смесителях. - Детектирование с использованием транзисторных ключей. - Амплитудные дискриминаторы. - Фазовые дискриминаторы. - Квадратурные детекторы. - Использование специализированных ИМС для приема тонального вызова и сигналов АЛС. - Активные ФНЧ на ОУ для восстановления формы аналогового сигнала управления.
5	Аналогоимпульсные модуляторы и принцип АЦП. Рассматриваемые вопросы: - Амплитудно-импульсная модуляция: схемы ключей на полевых транзисторах. - Широтно-импульсная модуляция: сравнение аналогового сигнала с пилообразным напряжением. - Частотно-импульсная модуляция. - Теорема Котельникова: требования к частоте дискретизации. - Квантование по уровню: ошибка квантования, разрядность. - АЦП параллельного типа: быстродействие, сложность. - АЦП последовательного приближения: работа компаратора и ЦАП в обратной связи. - Интегрирующие АЦП: высокая помехозащищенность, применение в измерительных цепях ЖД. - Согласование уровней TTL/CMOS.
6	Приём цифровых сигналов в ЖР. Рассматриваемые вопросы: - Протоколы передачи данных. - Проблемы искажения фронта импульса в длинных линиях связи. - Дифференциальные приемники (для подавления синфазных помех). - Компараторы с гистерезисом для формирования четких логических уровней из зашумленного аналогового сигнала. - Выделение тактовой частоты из потока данных.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Стробирование данных. - Супрессоры, газоразрядники, оптическая развязка цифровых линий.
7	Модуляторы высокочастотных колебаний цифровыми сигналами Рассматриваемые вопросы: - АМн – амплитудная манипуляция. - ЧМн – частотная манипуляция. - ФМн – фазовая манипуляция. - Транзисторный ключ, коммутирующий питание усилителя мощности или цепь нагрузки. - Переключение емкостей в контуре генератора с помощью электронных ключей. - Использование двух ГУН с коммутацией выхода. - Прямой цифровой синтез – обзор принципа. - Балансные модуляторы, управляемые биполярными цифровыми сигналами. - Фазовращатели на базе варакторов или цифровых линий задержки.
8	Демодуляторы цифровых высокочастотных колебаний. Рассматриваемые вопросы: - Детектирование АМн: огибающая детектора + пороговое устройство - Детектирование ЧМн: использование двух полосовых фильтров и детекторов наличия сигнала - Синхронное детектирование ФМн: необходимость восстановления опорной несущей. - Перемножение принятого сигнала с опорным. - Фильтрация от межсимвольной интерференции. - Принятие решений: сравнение с порогом. - Дешифраторы кодов. - Понятие вероятности ошибки на бит. - Влияние шумов полупроводниковых приборов на дальность связи.
9	Генерация высокочастотных колебаний и основы аналоговой модуляции в системах ЖАТ Рассматриваемые вопросы: - Схемотехника автогенераторов на полупроводниковых приборах: принципы построения, условия самовозбуждения. - Методы стабилизации частоты автогенераторов. - Применение каналообразующих устройств на железнодорожном транспорте: архитектура и требования к параметрам. - Аналоговые модуляторы в составе КОУ: амплитудная и частотная модуляция, схемные решения на транзисторах и операционных усилителях.
10	Схемотехника аналоговой демодуляции и дискретизации сигналов Рассматриваемые вопросы: - Аналоговые демодуляторы КОУ ж.-д. транспорта: детекторы АМ-сигналов, частотные дискриминаторы и фазовые детекторы. - Импульсные методы преобразования сигналов: принцип аналого-импульсной модуляции. - Схемотехника ключевых элементов и схем выборки-хранения. - Принцип аналого-цифрового преобразовани: виды АЦП, их быстродействие и точность в контексте задач ЖАТ.
11	Цифровая модуляция высокочастотных колебаний Рассматриваемые вопросы: - Особенности передачи цифровых потоков в условиях электромагнитных помех железнодорожного транспорта. - Модуляторы высокочастотных колебаний цифровыми сигналами: манипуляция амплитудой, частотой и фазой. - Схемотехника балансных модуляторов и ключевых смесителей для цифровой модуляции. - Формирование спектрально-эффективных сигналов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
12	Приём и демодуляция цифровых сигналов в железнодорожной радиосвязи Рассматриваемые вопросы: - Структурная схема приемника цифровых сигналов в системах ЖР. - Демодуляторы цифровых высокочастотных колебаний: когерентные и некогерентные методы приема. - Схемотехника узлов синхронизации и тактирования в цифровых приемниках. - Проблемы помехоустойчивости и методы коррекции ошибок на уровне аппаратной реализации.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование характеристик типового каналообразующего оборудования железнодорожной связи В результате выполнения работы студент умеет: настраивать каналообразующую аппаратуру, измерять основные электрические параметры трактов и анализировать осциллограммы сигналов на разных этапах преобразования.
2	Экспериментальное исследование схем автогенераторов и методов стабилизации их частоты В результате выполнения работы студент умеет: собирать схемы LC- и RC-автогенераторов, измерять частоту и амплитуду колебаний с помощью осциллографа и частотомера, а также экспериментально оценивать эффективность схем термостабилизации и кварцевой стабилизации.
3	Исследование процессов аналоговой модуляции в КОУ с использованием средств компьютерного моделирования В результате выполнения работы студент умеет: моделировать схемы амплитудной и частотной модуляции в средах типа Multisim или MATLAB/Simulink, наблюдать осциллограммы модулированных сигналов и измерять коэффициент глубины модуляции.
4	Исследование характеристик аналоговых демодуляторов в КОУ В результате выполнения работы студент умеет: настраивать демодулирующие цепи, измерять коэффициент передачи детектора и оценивать нелинейные искажения восстанавливаемого низкочастотного сигнала при различных постоянных времени RC-цепей.
5	Моделирование и исследование процессов аналого-импульсной модуляции и аналого-цифрового преобразования В результате выполнения работы студент умеет: настраивать параметры АЦП в среде моделирования, наблюдать эффекты наложения спектров при нарушении теоремы Котельникова и оценивать отношение сигнал/шум квантования при разной разрядности.
6	Исследование помехоустойчивости приема цифровых сигналов в канале железнодорожной радиосвязи В результате выполнения работы студент умеет: моделировать канал связи с аддитивным белым гауссовским шумом, строить графики зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал/шум и оценивать эффективность помехоустойчивого кодирования.
7	Экспериментальное исследование схем манипуляции высокочастотных колебаний цифровыми сигналами В результате выполнения работы студент умеет: собирать или моделировать схемы цифровой манипуляции, анализировать спектры манипулированных сигналов и измерять скорость передачи символов, оценивая занимаемую полосу частот.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
8	Исследование работы когерентных и некогерентных демодуляторов цифровых высокочастотных сигналов В результате выполнения работы студент умеет: настраивать цепи синхронизации демодулятора, наблюдать диаграммы рассеяния модуляции и оценивать качество демодуляции при наличии фазовых и частотных расстроек в канале.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчет и анализ структурных схем каналообразующих устройств на ж.д. транспорте В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать основные электрические параметры трактов КОУ, анализировать структурные схемы группового и индивидуального преобразования сигналов, а также обоснованно выбирать типы каналообразующей аппаратуры для конкретных участков железнодорожной сети.
2	Расчет параметров схем автогенераторов и оценка стабильности их частоты В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать элементы резонансных систем LC- и RC-автогенераторов, оценивать влияние дестабилизирующих факторов и выбирать методы кварцевой или термостабилизации частоты для систем железнодорожной связи.
3	Расчет и проектирование аналоговых модуляторов в КОУ железнодорожного транспорта В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать коэффициенты амплитудной и частотной модуляции, определять спектральный состав модулированных колебаний и выбирать оптимальные схемотехнические решения модуляторов для условий эксплуатации на ЖД транспорте.
4	Анализ и расчет характеристик аналоговых демодуляторов КОУ В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать параметры фильтров нижних частот для выделения огибающей, оценивать уровень нелинейных искажений при детектировании и выбирать тип детектора в зависимости от вида модуляции.
5	Расчет параметров аналого-импульсной модуляции и этапов аналого-цифрового преобразования В результате выполнения работы студент умеет: определять минимальную частоту дискретизации по теореме Котельникова, рассчитывать шаг квантования, оценивать мощность шума квантования и пропускную способность канала при передаче дискретных сигналов в системах телемеханики ЖД транспорта.
6	Расчет помехоустойчивости приема цифровых сигналов в железнодорожной радиосвязи В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать отношение сигнал/шум, определять вероятность битовой ошибки для различных видов манипуляции и выбирать методы помехоустойчивого кодирования для каналов железнодорожной радиосвязи.
7	Расчет спектральных характеристик и параметров модуляторов высокочастотных колебаний цифровыми сигналами В результате выполнения работы студент умеет: рассчитывать спектральную эффективность и ширину полосы частот цифровых модуляторов, а также обоснованно выбирать тип манипуляции в зависимости от требований к скорости и качеству канала связи ЖД транспорта.
8	Анализ алгоритмов и расчет параметров когерентного и некогерентного демодулирования цифровых ВЧ сигналов В результате выполнения работы студент умеет: анализировать схемы фазовой автоподстройки

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	частоты, рассчитывать время захвата и удержания синхронизации, а также выбирать методы синхронизации для цифровых демодуляторов в условиях замираний сигнала.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Основы теории передачи информации Левченко В.И. Учебное пособие Омск : ОмГТУ, [б. г.]. — Часть 1 — 239 с. — ISBN 978-5-8149-3932-6. , 2025	https://reader.lanbook.com/book/526451#1
2	Схемотехника устройств на основе операционных усилителей Тихонов Ф.В. Учебное пособие Москва: МАИ, 86 стр. — ISBN 978-5-4316-1307-4, , 2025	https://reader.lanbook.com/book/527155#82

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http:/library.miit.ru).

Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет программ моделирования Electronic workbench, Multisim для выполнения лабораторных и практических работ, курсового проекта по преобразованию и обработке сигналов.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебная лаборатория, оборудована 12 комплектами лабораторных стендов, локальной вычислительной сетью, объединяющей 12 рабочих ПЭВМ и одну управляющую ПЭВМ, мультимедийную электронную доску.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, старший научный сотрудник, к.н. кафедры «Интеллектуальное управление и информационная безопасность в высокоавтоматизированных транспортных системах» Института железнодорожного транспорта С.С. Уваров

Согласовано:

Заведующий кафедрой АТСнаЖТ А.А. Антонов

Заведующий кафедрой УиЗИ Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова