

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.В.ДВ.4.01 «СВЯЗЬ В МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ»
для специальности
15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
по профилю

«Автоматизация, робототехника и мехатроника»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2026

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Связь в мобильной робототехнике» (Б1.В.ДВ.4.01) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.03.06 «Механотроника, и робототехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 17 августа 2020 г., приказ Минобрнауки России № 1046, с учетом профессионального стандарта 28.003 «Специалист по автоматизации и механизации механосборочного производства» (утвержден 31 марта 2022 г, №190н).

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающегося к деятельности в области математического и естественнонаучного анализа задач в профессиональной деятельности.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить функциональные возможности аналоговых и цифровых электронных устройств систем обеспечения движения поездов;
- подготовить специалистов к решению задач разработки и проектированию электронных устройств систем обеспечения движения поездов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-2. Внедрение средств автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства»	
ПК-2.2.2 «Уметь использовать текстовые редакторы (процессоры) и компьютерные программы для работы с графической информацией для оформления технических заданий на создание средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций»	Обучающийся умеет: - использовать элементную базу, системы мобильной связи, сетевые идентификаторы, системы мобильной связи. Разрабатывать основные виды математических моделей.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	60

– лекции (Л)	30
– практические занятия (ПЗ)	30
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	80
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечания: «Форма контроля» – зачет (З), экзамен (Э).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	Лекция 1. Классификация усилителей. Динамический режим работы усилителя на биполярном транзисторе. Режим большого сигнала Лекция 2. Схемы включения усилителей на биполярных транзисторах. Схемы включения с общим эмиттером, с общим коллектором и с общей базой и их основные параметры. Построение нагрузочной характеристики. Режимы работы усилителей (режим класса А, класса В, класса АВ, класса С и класса D). Самостоятельная работа. Изучение схемотехники, расчета и моделирования работы каскадов усилителей (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-2.2.2
2.	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи.	Лекция 3. Разновидности систем и этапы их развития. Лекция 4. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи. Самостоятельная работа. Разновидности систем и этапы их развития. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи.	ПК-2.2.2
3.	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи.	Лекция 5. Подсистемы базовых станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.	ПК-2.2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лекция 6. Подсистемы базовых станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.	
4.	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi, WiMAX	Лекция 7. Подсистемы сети 3G: обзор. Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi. Структура и функционирование сети радиодоступа WiMAX Самостоятельная работа. Подсистемы сети 3G: обзор. Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi. Структура и функционирование сети радиодоступа WiMAX. Обработка информации в сетях Wi-Fi и WiMAX Практическая работа 1. Изучение моделей повторного использования частот в системах мобильной связи Практическая работа 2. Изучение протоколов сигнализации в сетях мобильной связи	ПК-2.2.2
5.	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	Лекция 8. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A и его версии LTE-A Pro. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G. Самостоятельная работа. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A и его версии LTE-A Pro. Особенности технологии MIMO. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G. Практические работы. Практическая работа 3. Изучение процессов обработки пользовательской информации и аутентификации Практическая работа 4. Изучение состава идентификаторов в сети стандарта LTE и их применение в процессе сеанса связи	ПК-2.2.2
6.	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	Лекция 9. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R. Самостоятельная работа. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R.	ПК-2.2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лекция 10. Моделирование как метод научного познания. Принципы системного подхода в моделировании.. Общая характеристика проблемы моделирования. Классификация видов моделирования.	
7.	Основные понятия моделирования	Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5) Лекция 11. Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические модели. Непрерывно-стохастические модели. Обобщенные модели.	ПК-2.2.2
8.	Основные виды математических моделей	Практическая работа 5. Математические модели случайных величин с заданным законом распределения Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5) Лекция 12. Ориентированные и неориентированные графы, их виды, свойства и методы формального описания. Методы формального описания графов в векторном пространстве. Задача о максимальном потоке. Синтез сетей с максимальной связностью.	ПК-2.2.2
9.	Моделирование методами теории графов	Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5) Лекция 13. Последовательность разработки моделей систем. Построение концептуальной модели. Алгоритмизация модели. Получение и интерпретация результатов моделирования .	ПК-2.2.2
10.	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сетей связи	Практическая работа 6. Разработка концептуальной модели сети связи участка железной дороги Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5) Лекция 14. Метод статистического моделирования сетей связи. Общая характеристика метода статистического моделирования. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации. Проверка качества последовательностей псевдослучайных чисел. Моделирование случайных воздействий на сети связи. Моделирование преднамеренных воздействий на сети связи. Метод топологического преобразования стохастических сетей. Стохастические сети и их элементы. Виды стохастических сетей. Методы определения вероятностно-временных характеристик. Основные характеристики случайного процесса, представленного в виде стохастической сети Общие правила моделирования процессов, протекающих в сетях связи. Моделирование сетей связи, функционирующих в условиях	ПК-2.2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		антагонистических воздействий. Метод сетевого планирования и управления связью. Основные понятия и определения. Порядок построения сетевого графа. Определение критического пути и расчет наиболее раннего и позднего сроков наступления событий. Расчет математического ожидания и дисперсии времени реализации событий. Расчет вероятности реализации события в намеченный срок	
11.	Моделирование процессов функционирования сетей связи	Практическая работа 7. Алгоритмизация процесса функционирования сети связи при передаче различного вида сообщений. Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5) Лекция 15. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем. Анализ и интерпретация результатов моделирования систем Особенности обработки результатов моделирования при синтезе систем Общие принципы построения и правила реализации моделей систем. Моделирование при разработке обеспечивающих подсистем Моделирование при разработке функциональных подсистем. Особенности моделирования систем при управлении в реальном масштабе времени Практическая работа 8.. Анализ помехоустойчивости системы цифровой связи при наличии помех и замираний в канале связи.	ПК-2.2.2
12.	Обработка и анализ результатов моделирования радиоэлектронных систем. Методы моделирования автоматизированных систем управления сетей связи	Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-2.2.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	4	2	-	3	9
2	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи.	4	-	-	7	11

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
3	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи	4	-	-	7	11
4	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi, WiMAX	2	4	-	7	13
5	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	4	4	-	7	15
6	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	2	-	-	7	9
7	Основные понятия моделирования	2	-	-	7	9
8	Основные виды математических моделей	2	-	-	7	9
9	Моделирование методами теории графов	2	-	-	7	9
10	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сетей связи	2	4	-	7	13
11	Моделирование процессов функционирования сетей связи	2	6	-	7	15
12	Обработка и анализ результатов моделирования радиоэлектронных систем. Методы моделирования автоматизированных систем управления сетей связи	2	10	-	7	19
	Итого	30	30	-	80	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все раз-

дела дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. И.Е. Дмитриенко, В.В. Дубровский, Н.В. Лаврентьев, А.В. Шилейко. Электронные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, М.: Транспорт. 1989. – 327 с.

2. Фунзавя В.К., Яковлев П.Б. Электронные приборы. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2009. – 75 с.

3. Фунзавя В.К., Яковлев П.Б. Цифровая электроника. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2011. – 61 с.

4. Фунзавя В.К., Яковлев П.Б. Аналоговая электроника. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012. – 43 с.

5. Электронные приборы. Часть 1: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 59 с.

6. Электронные приборы. Часть 2: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 65 с.

7. Электронные приборы. Часть 3: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 68 с.

8. Баушев А. Н., Гадасина Л. В. Оптимизационные задачи на сетях. Учебное пособие, ПГУПС, 2012. – 108 с.

9. Копылов В. И. Курс дискретной математики [Электронный ресурс]. – СПб. Лань, 2011. – 208 с.

<http://e.lanbook.com/books/element.php7pl1id=1798>

10. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера [Электронный ресурс]. – СПб. Лань, 2009. – 368 с. <http://e.lanbook.com/books/element.php7pll id=220>

11. Н. В. Голубева. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. 2-е изд., стер. — 192с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76852>

12. Т.И.Бояринцева., А.А. Мاستихина. Теория графов [Электронный ресурс : метод. указания — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 37 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58426>]

13. Сапожников В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебное пособие для вузов ж.д. транспорта / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников,

14. В.И. Шаманов; под ред. Вл.В. Сапожникова. - М.: Маршрут, 2003. - 263 с.

15. Ряды. Уч. пособие / В. В. Гарбарук, Е.И. Спиридонов, М. А. Шварц. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010 г. - 49 с.

16. Привалов А.А. Математические модели случайных величин с заданным законом распределения// Метод. указания: Электронный вариант, 2014 – 5 с.

17. Привалов А.А. Исследование моделей авторегрессии и скользящего среднего первого и второго порядков// Метод. указания: Электронный вариант, 2014 – 6 с.

18. Привалов А.А. Анализ помехоустойчивости системы связи при наличии в канале связи помех и замираний// Метод. указания: Электронный вариант, 2014 – 7с.

19. Привалов А.А. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания с отказами// Метод. указания: Электронный вариант, 2014 – 10 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

– Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

2. Официальный сайт ежемесячного научно-теоретического и производственно-технического журнала «Автоматика, связь, информатика» ОАО «Российские железные дороги»: asi-rzd.ru

3. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги»: <http://rzd.ru/>.

4. Официальный сайт Минкомсвязи России: <https://digital.gov.ru/ru/>.

5. Электроника для начинающих. Курс / marslab.ru.

6. Электроника для начинающих. Начальный курс электроники. MadElectronics.ru.

7. Основы цифровой электроники. schem.net.

8. Электроника для начинающих. Интересные публикации. Nabrahabr.ru.