

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.23) «НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ И СЕТЕЙ СВЯЗИ»

для специальности
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализациям
«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»
«Радиотехнические системы железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Надежность систем и сетей связи» (Б1.В.23) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее - ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.018 «Работник по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи» (утвержден 1 апреля 2024 г., приказ Минтруда России № 162н).

Целью изучения дисциплины «Надежность систем и сетей связи» является получение студентами знаний и приобретение навыков по теоретическим и прикладным вопросам надежности и техногенного риска, а также современным методам принятия решений в этой области (концепция риск-ориентированного мышления).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- знакомство студентов с описанием проблем надежности и техногенного риска на железнодорожном транспорте, с семантикой терминов, используемых в данной предметной области;
- изучение основ теории надежности и ее приложений к задачам расчета надежности на этапах проектирования, контроля производства и эксплуатации технических систем;
- получение навыков в статистическом моделировании технических систем при решении задач надежности.

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
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи	
ПК-1.1.1. Знает нормативно-технические и руководящие документы по техническому обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>знает</i> : – технические документы по техническому обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи; – руководящие документы по техническому обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи;
ПК-1.2.1. Умеет оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : – оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи;
ПК-1.3.2. Имеет навыки планирования последовательности и продолжительности выполнения работ по техническому обслуживанию объектов	Обучающийся <i>владеет</i> : – планированием последовательности и продолжительности выполнения работ по техническому обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи;

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
железнодорожной электросвязи	
ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи	
ПК-2.2.4 Умеет анализировать порядок производства работ при ремонте объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : – анализировать порядок производства работ при ремонте объектов железнодорожной электросвязи;
ПК-3 Модернизация объектов железнодорожной электросвязи	
ПК-3.2.2 Умеет анализировать порядок производства работ при модернизации объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : – анализировать порядок производства работ при модернизации объектов железнодорожной электросвязи;

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений 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)	48
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	

– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	92
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	З, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

Примечания: «Форма контроля» – зачет (З), курсовая работа (КР).

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	Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности.	Знакомство с целями и задачами дисциплины. Связь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана. Примеры прикладного применения теории надежности. Надежность и безопасность. Риски на морском, воздушном и ж.д. транспорте. Надежность технического объекта. Способы задания функций, условий и времени жизненного цикла технического объекта. Надежность и инженерная психология. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, исправность, работоспособность, предельное состояние технического объекта. Повреждение, отказ, восстановление, восстанавливаемый (невосстанавливаемый) технический объект, наработка, ресурс, срок службы, срок сохраняемости. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	ПК-1.1.1.
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и восстанавливаем	Вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, плотность распределения отказов, интенсивность отказов технических объектов. Статистическое и вероятностное определение основных показателей.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.1

	ых объектов	Модель испытаний невосстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов. Модель испытаний восстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов Практическое занятие 1. Изучение бесконтактного коммутатора тока (БКТ) как объекта для статистических исследований и численной оценки его надежности Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	
3	Законы распределения показателей надежности	Типичная зависимость интенсивности отказов технических объектов от времени. Законы распределений показателей надежности. Связь показателей надежности между собой. Экспоненциальное распределение вероятности отказа, плотности распределения, наработки до отказа. Примеры расчетов. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Аполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов. – СПб.: Из-во «Лань», 2011. – 448 с. 2. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	ПК-1.2.1. ПК-1.3.2.
4	Статические модели надежности	Сущность статических моделей, основные допущения и область их применения для оценки надежности технических объектов. Расчетные схемы надежности систем с последовательным, параллельным и последовательно - параллельным соединением элементов. Примеры расчетов.	ПК-1.3.2.

		Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	
5	Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска	Резервирование как метод повышения надежности технического объекта. Виды резервирования. Оценка эффективности. Метод оптимального режима использования технического объекта. Понятие безопасности технического объекта. Общее и различное в надежности и безопасности. Методы синтеза безопасных устройств управления ответственными объектами, примеры реализации. Понятие техногенного риска. Техногенный риск в цифрах и примерах. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с. 2.Исследование надежности технических систем: учебное пособие к курсовой работе / А. М. Воробьев [и др.] ; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2014. - 59 с.	ПК-1.3.2. ПК-2.2.4.
6	Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов	Методы испытаний на надежность. Ускоренные испытания: достоинства и недостатки. Подход Байеса к испытаниям на надежность. Методы первичной обработки статистических результатов испытаний: построение гистограмм, приближенное определение числовых характеристик распределений, иллюстрация на примере. Практическое занятие 2. Исследование метода Монте-Карло для моделирования статистических свойств БКТ. Практическое занятие 3. Исследование влияния дисперсионных свойств элементов на надежность технических систем (с использованием метода Монте-Карло). Практическое занятие 4. Исследование погрешностей статистического моделирования в задачах надежности (с использованием метода Монте-Карло) Практическое занятие 5. Исследование	ПК-2.2.4.

		статистической устойчивости выборочных данных (с использованием метода Монте-Карло). Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно-конструкторских нормативов	Существо проблемы нормирования. Определение нормативов методом экспертных оценок, экономическим методом (Д. Брауна). Статистические модели типа «воздействие - стойкость». Вывод расчетных формул. Пример расчета проектно-конструкторских нормативов как иллюстрация принятия решения по обеспечению заданной надежности проектируемого объекта. Компьютерное моделирование параметрической совместимости элементов и систем в задачах обеспечения заданной надежности с использованием метода Монте-Карло Практическое занятие 6. Исследование форм гистограмм случайных величин характеристик БКТ при различных объемах выборок. Практическое занятие 7. Исследование влияния неоднородности статистических свойств характеристик элементов на статистические свойства систем Практическое занятие 8. Исследование применимости предельных теорем теории вероятностей к задачам надежности Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с. 2.Костроминов А.М., Костроминов А.А. Моделирование статистических свойств систем //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб., ПГУПС, 2011, 16 с.	ПК-2.2.4.
8	Элементы теории, статистика и причины	Элементы теории катастроф, основанные на закономерностях бифуркаций. Статистика аварий и катастроф техногенного и природного характера. Основные причины	ПК-3.2.2.

	катастроф	катастроф Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: Исследование надежности технических систем: учебное пособие к курсовой работе / А. М. Воробьев [и др.] ; ПГУПС. - Санкт- Петербург : ПГУПС, 2014. - 59 с.	
9	Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф	Понятия «человек - оператор» (ЧО) и «ошибка ЧО». Классификация ошибок ЧО. Определение надежности ЧО. Саморегуляция надежности человека - оператора. Влияние состояния оператора на его ошибки (общего, психофизиологического и эмоционального). Численные значения надежности ЧС для различных состояний и условий работы Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: Аполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов. – СПб.: Из-во «Лань», 2011. – 448 с.	ПК-3.2.2.

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности.	Знакомство с целями и задачами дисциплины. Связь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана. Примеры прикладного применения теории надежности. Надежность и безопасность. Риски на морском, воздушном и ж.д. транспорте. Надежность технического объекта. Способы задания функций, условий и времени жизненного цикла технического объекта. Надежность и инженерная психология. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, исправность, работоспособность, предельное состояние технического объекта. Повреждение, отказ, восстановление, восстанавливаемый (невосстанавливаемый) технический объект, наработка, ресурс, срок службы, срок сохраняемости. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-	ПК-1.1.1.

		Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов	Вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, плотность распределения отказов, интенсивность отказов технических объектов. Статистическое и вероятностное определение основных показателей. Модель испытаний невосстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов. Модель испытаний восстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов Практическое занятие 1. Изучение бесконтактного коммутатора тока (БКТ) как объекта для статистических исследований и численной оценки его надежности Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.1
3	Законы распределения показателей надежности	Типичная зависимость интенсивности отказов технических объектов от времени. Законы распределений показателей надежности. Связь показателей надежности между собой. Экспоненциальное распределение вероятности отказа, плотности распределения, наработки до отказа. Примеры расчетов. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Аполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов. – СПб.: Из-во «Лань», 2011. – 448 с. 2. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	ПК-1.2.1. ПК-1.3.2.

4	Статические модели надежности	Сущность статических моделей, основные допущения и область их применения для оценки надежности технических объектов. Расчетные схемы надежности систем с последовательным, параллельным и последовательно - параллельным соединением элементов. Примеры расчетов. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	ПК-1.3.2.
5	Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска	Резервирование как метод повышения надежности технического объекта. Виды резервирования. Оценка эффективности. Метод оптимального режима использования технического объекта. Понятие безопасности технического объекта. Общее и различное в надежности и безопасности. Методы синтеза безопасных устройств управления ответственными объектами, примеры реализации. Понятие техногенного риска. Техногенный риск в цифрах и примерах. Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с. 2. Исследование надежности технических систем: учебное пособие к курсовой работе / А. М. Воробьев [и др.] ; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2014. - 59 с.	ПК-1.3.2. ПК-2.2.4.
6	Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов	Методы испытаний на надежность. Ускоренные испытания: достоинства и недостатки. Подход Байеса к испытаниям на надежность. Методы первичной обработки статистических результатов испытаний: построение гистограмм, приближенное определение числовых характеристик распределений, иллюстрация на примере.	ПК-2.2.4.

		Практическое занятие 2. Исследование метода Монте-Карло для моделирования статистических свойств БКТ. Практическое занятие 3. Исследование влияния дисперсионных свойств элементов на надежность технических систем (с использованием метода Монте-Карло). Практическое занятие 4. Исследование погрешностей статистического моделирования в задачах надежности (с использованием метода Монте-Карло) Практическое занятие 5. Исследование статистической устойчивости выборочных данных (с использованием метода Монте-Карло). Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с.	
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно-конструкторских нормативов	Существо проблемы нормирования. Определение нормативов методом экспертных оценок, экономическим методом (Д. Брауна). Статистические модели типа «воздействие - стойкость». Вывод расчетных формул. Пример расчета проектно-конструкторских нормативов как иллюстрация принятия решения по обеспечению заданной надежности проектируемого объекта. Компьютерное моделирование параметрической совместимости элементов и систем в задачах обеспечения заданной надежности с использованием метода Монте-Карло Практическое занятие 6. Исследование форм гистограмм случайных величин характеристик БКТ при различных объемах выборок. Практическое занятие 7. Исследование влияния неоднородности статистических свойств характеристик элементов на статистические свойства систем Практическое занятие 8. Исследование применимости предельных теорем теории вероятностей к задачам надежности Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: 1.Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для студентов	ПК-2.2.4.

		высших учебных заведений, / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург; Лань, 2015. - 313 с. 2.Костроминов А.М., Костроминов А.А. Моделирование статистических свойств систем //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб., ПГУПС, 2011, 16 с.	
8	Элементы теории, статистика и причины катастроф	Элементы теории катастроф, основанные на закономерностях бифуркаций. Статистика аварий и катастроф техногенного и природного характера. Основные причины катастроф Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: Исследование надежности технических систем: учебное пособие к курсовой работе / А. М. Воробьев [и др.] ; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2014. - 59 с.	ПК-3.2.2.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности.	2	-	-	6	8
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.	4	2	-	6	12
3	Законы распределения показателей надежности.	4	-	-	6	10
4	Статические модели надежности.	4	-	-	6	10
5	Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска.	4	-	-	6	10
6	Испытания на надежность.	4	8	-	8	20

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Статистическая обработка результатов					
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно - конструкторских нормативов	4	6	-	6	16
8	Элементы теории, статистика и причины катастроф	4	-	-	6	10
9	Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф	2	-	-	6	8
	Итого	32	16	-	56	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение. Основные понятия и определения. Показатели надежности.	1	-	-	6	7
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.	1	1	-	6	8
3	Законы распределения показателей надежности.	-	-	-	4	4
4	Статические модели надежности.	-	-	-	3	3
5	Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска.	1	-	-	4	5
6	Испытания на надежность.	1	1	-	7	9

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Статистическая обработка результатов					
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно - конструкторских нормативов	2	2	-	31	35
8	Элементы теории, статистика и причины катастроф	2	-	-	31	33
	Итого	8	4	-	92	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

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

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен 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 разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, 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 программы магистратуры 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.

Для проведения лабораторных работ используется компьютерный класс кафедры, оборудованный ПК с установленным программным обеспечением для моделирования процессов управления в телекоммуникациях.

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:

- электронные учебно-методические материалы, доступные через личный кабинет обучающегося на сайте sdo.pgups.ru; на выбор обучающегося: поисковые системы, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии и справочники.

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

- электронные учебно-методические материалы, доступные через личный кабинет обучающегося на сайте sdo.pgups.ru; на выбор обучающегося: поисковые системы, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии и справочники.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Исследование надежности технических систем: учебное пособие к курсовой работе / А. М. Воробьев [и др.] ; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2014. - 59 с.. 149 экз.

2. Аполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов. – СПб.: Из-во «Лань», 2011. – 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2034> — Загл. с экрана.

3. Обеспечение надежности сложных технических систем / О.Л. Шестопалова [и др.]. - М: Лань, 2016. - 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594> — Загл. с экрана.

4.Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс] : Учебники / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86013>

5.Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87584>

6.Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56607>

7.Костроминов А.М., Костроминов А.А. Моделирование статистических свойств систем //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. — СПб., ПГУПС, 2011, 16 с.

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

– электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>.