

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.О.23 «НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

для направления

20.03.01 «Техносферная безопасность»

по профилю

«Безопасность технологических процессов и производств»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая связь»

Протокол № 5 от 24 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
по профилю «Безопасность технологических
процессов и производств»
24 декабря 2024 г.

Т.С. Титова

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» (Б1.О.23) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 25 мая 2020 г., приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 680, с учетом профессионального стандарта (40.054) «Специалист в области охраны труда» (утвержден приказом от 21 апреля 2021 г. № 274н).

Целью изучения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» 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 (модулю)
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	
ОПК-1.1.1. Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с	<i>Обучающийся знает:</i> – современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека (основные показатели надёжности). <i>Обучающийся умеет:</i> – решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, с учетом современных тенденций развития техники и технологий в

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека</p> <p>ОПК-1.2.1. Умеет решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p> <p>ОПК-1.3.1. Владеет методами решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p>	<p>области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий (определение показателей надёжности)</p> <p><i>Обучающийся владеет:</i></p> <p>методами решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий (основные показатели надёжности, определение показателей надёжности).</p>
<p>ОПК-2. Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления</p>	
<p>ОПК-2.1.1. Знает методы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды, основанные на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления</p> <p>ОПК-2.2.1. Умеет обеспечивать безопасность</p>	<p><i>Обучающийся знает:</i></p> <p>– методы обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды, основанные на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления (законы распределения показателей надёжности, статистические показатели надёжности, понятие техногенного риска, элементы теории катастроф)</p> <p><i>Обучающийся умеет:</i></p> <p>– обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры</p>

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления</p> <p>ОПК-2.3.1. Владеет методами обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды, основанными на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления</p>	<p>безопасности и концепции риск-ориентированного мышления (нормирование надёжности и техногенного риска, методы повышения надёжности).</p> <p><i>Обучающийся владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды, основанными на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления (нормирование надёжности и техногенного риска, методы повышения надёжности, расчет проектно-конструкторских нормативов).

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

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32
В том числе:	
– лекции (Л)	16
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	72
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
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.	<i>ОПК-1.1.1</i>
		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.	<i>ОПК-1.1.1</i>
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и восстанавливаемых объектов	Вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, плотность распределения отказов, интенсивность отказов технических объектов. Статистическое и вероятностное определение основных показателей. Модель испытаний восстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов. Модель испытаний восстанавливаемых объектов. Статистическое и вероятностное определение их основных показателей. Примеры расчетов	<i>ОПК-1.2.1</i>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
		Практическое занятие 1. Изучение бесконтактного коммутатора тока (БКТ) как объекта для статистических исследований и численной оценки его надежности	ОПК-1.3.1
		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.	ОПК-1.3.1
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.	ОПК-1.2.1
		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.	ОПК-1.2.1
4	Статические модели надежности	Сущность статических моделей, основные допущения и область их применения для оценки надежности	ОПК-1.2.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
		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.	ОПК-1.2.1
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.	ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1
		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.	ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
6	Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов	<p>Методы испытаний на надежность. Ускоренные испытания: достоинства и недостатки. Подход Байеса к испытаниям на надежность.</p> <p>Методы первичной обработки статистических результатов испытаний: построение гистограмм, приближенное определение числовых характеристик распределений, иллюстрация на примере.</p> <p>Практическое занятие 2. Исследование метода Монте-Карло для моделирования статистических свойств БКТ.</p> <p>Практическое занятие 3. Исследование влияния дисперсионных свойств элементов на надежность технических систем (с использованием метода Монте-Карло).</p> <p>Практическое занятие 4. Исследование погрешностей статистического моделирования в задачах надежности (с использованием метода Монте-Карло)</p> <p>Практическое занятие 5. Исследование статистической устойчивости выборочных данных (с использованием метода Монте-Карло).</p>	ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1
		<p>Самостоятельная работа – изучение следующей литературы:</p> <p>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.</p>	ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно-конструкторских нормативов	<p>Существо проблемы нормирования. Определение нормативов методом экспертных оценок, экономическим методом (Д. Брауна).</p> <p>Статистические модели типа «воздействие - стойкость». Вывод расчетных формул.</p> <p>Пример расчета проектно-конструкторских нормативов как иллюстрация принятия решения по обеспечению заданной надежности проектируемого объекта.</p> <p>Компьютерное моделирование</p>	ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
		<p>параметрической совместимости элементов и систем в задачах обеспечения заданной надежности с использованием метода Монте-Карло</p> <p>Практическое занятие 6. Исследование форм гистограмм случайных величин характеристик БКТ при различных объемах выборок.</p> <p>Практическое занятие 7. Исследование влияния неоднородности статистических свойств характеристик элементов на статистические свойства систем</p> <p>Практическое занятие 8. Исследование применимости предельных теорем теории вероятностей к задачам надежности</p> <p>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.</p>	
8	Элементы теории, статистика и причины катастроф	<p>Элементы теории катастроф, основанные на закономерностях бифуркаций.</p> <p>Статистика аварий и катастроф техногенного и природного характера.</p> <p>Основные причины катастроф</p> <p>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.</p>	ОПК-2.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4
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	ОПК-2.1.1
		Самостоятельная работа – изучение следующей литературы: Аполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов. – СПб.: Из-во «Лань», 2011. – 448 с.	ОПК-2.1.1

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.	1	-	-	8	9
2	Определение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.	2	2	-	8	12
3	Законы распределения показателей надежности.	2	-	-	8	10
4	Статические модели надежности.	2	-	-	8	10
5	Методы повышения надежности. Связь надежности технического объекта с его безопасностью. Понятие техногенного риска.	2	-	-	8	10
6	Испытания на надежность. Статистическая обработка результатов	2	8	-	10	20
7	Методы нормирования надежности и техногенного риска. Расчет проектно - конструкторских нормативов	2	6	-	8	16
8	Элементы теории, статистика и	2	-	-	8	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	причины катастроф					
9	Влияние надежности человека - оператора на возникновение катастроф	1	-	-	6	7
	Итого	16	16	-	72	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 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 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 задания, 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 образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры, 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:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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. 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>.

Разработчик
Профессор, д.в.н.
24.12.2024

А.А.Привалов