

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

Кафедра «Высшая математика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

*Б1.О.22 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ»*

для специальности

*23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»*

по специализации

*«Грузовая и коммерческая работа»*

*«Магистральный транспорт»*

*«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»*

*«Транспортный бизнес и логистика»*

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры  
«Высшая математика»

Протокол № 11 от «25» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой  
«Высшая математика»  
«25» апреля 2024 г.



Е.А. Благовещенская

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«Грузовая и коммерческая работа»  
«25» апреля 2024 г.



А.В. Новичихин

Руководитель ОПОП ВО  
«Магистральный транспорт»  
«Пассажирский комплекс железнодорожного  
транспорта»  
«25» апреля 2024 г.



О.Д. Покровская

Руководитель ОПОП ВО  
«Транспортный бизнес и логистика»  
«25» апреля 2024 г.



П.К. Рыбин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «*Основы теории надежности*» (Б1.О.22) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.04 «*Эксплуатация железных дорог*» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 216.

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающихся к организации проектирования транспортных объектов с учетом требований надежности к основным системам и объектам железнодорожного транспорта.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- формирование у обучающихся знаний понятийного аппарата теории надежности, методов и способов повышения надежности объекта на протяжении жизненного цикла;
- формирование умений самостоятельно анализировать надежность сложных технических объектов;
- овладение навыками расчета показателей надежности сложных систем (транспортных объектов);
- формирование у обучающихся представлений о методах восстановления работоспособности объектов в условиях эксплуатации.

## 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 (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенций) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<i>ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.</i>	
<i>ОПК-4.1. Знает требования нормативных документов для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>Обучающийся знает:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– <i>требования к показателям надежности и анализу надежности в области проектирования и расчета транспортных объектов.</i></li></ul>
<i>ОПК-4.2. Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами.</i>	<i>Обучающийся умеет:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– <i>выполнять необходимые расчеты показателей надежности и проводить анализ надежности при проектировании транспортных объектов.</i></li></ul>

## 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)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	40
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	88
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КЛР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3

#### 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	<i>Введение в теорию надежности</i>	<b>Лекция 1.</b> Терминология, основные понятия теории надежности, обзор применяемых моделей и методов, способы повышения надежности технических объектов.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Лабораторное занятие 1.</b> Терминология, основные понятия теории надежности, обзор применяемых моделей и методов, способы повышения надежности технических объектов.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) и 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
2	<i>Количественные показатели надежности</i>	<b>Лекция 2.</b> Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, средняя наработка до отказа.  <b>Лекция 3.</b> Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.</p>	
		<p><b>Практическое занятие 1.</b> Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, среднее время наработки до отказа, Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i>  <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Лабораторное занятие 2.</b> Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, средняя наработка до отказа, Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i>  <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b>  <i>Закрепление лекционного материала.</i>  <i>Подготовка к практическим занятиям.</i>  <i>Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p><i>ОПК-4.1</i>  <i>ОПК-4.2</i></p>
<p>3</p>	<p><i>Модельные распределения времени безотказной работы</i></p>	<p><b>Лекция 4.</b> Вероятностные распределения, применяемые в качестве моделей для интервалов времени безотказной работы и времени восстановления (экспоненциальное, Эрлагга, Вейбулла, усеченное нормальное, логнормальное).  <b>Лекция 5.</b> Вычисление показателей надежности для основных распределений.  <b>Лекция 6.</b> Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i>  <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Практическое занятие 2.</b> Вероятностные распределения, применяемые в качестве моделей для интервалов времени наработки до отказа, между отказами и времени восстановления (экспоненциальное, Эрлагга, Вейбулла, усеченное нормальное, логнормальное). Вычисление показателей надежности для основных распределений. Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i>  <i>ОПК-4.2</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p><b>Лабораторное занятие 3.</b> Вычисление показателей надежности для основных распределений.</p> <p><b>Лабораторное занятие 4.</b> Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
4	Анализ надежности структурных схем	<p><b>Лекции 7-8.</b> Последовательные, параллельные, к-из-м, параллельно-последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры.</p> <p><b>Лекция 9.</b> Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Практическое занятие 3.</b> Последовательные, параллельные, к-из-м, параллельно-последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры.</p> <p><b>Практическое занятие 4.</b> Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
5	Считающие процессы	<p><b>Лекции 10-11.</b> Однородный процесс Пуассона.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Практическое занятие 5.</b> Однородный процесс Пуассона.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
6	Марковские процессы	<p><b>Лекция 12.</b> Определение цепи Маркова с непрерывным временем.</p> <p><b>Лекция 13.</b> Уравнения Колмогорова-Чепмена, Матрица интенсивностей переходов состояний. дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определение стационарных вероятностей.</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>
		<p><b>Практическое занятие 6.</b> Определение цепи Маркова с непрерывным временем. Уравнения Колмогорова-Чепмена, Матрица</p>	<p>ОПК-4.1 ОПК-4.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		интенсивностей переходов состояний. дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определение стационарных вероятностей.	
		<b>Лабораторное занятие 5.</b> Определение цепи Маркова с непрерывным временем. Уравнения Колмогорова-Чепмена, Матрица интенсивностей переходов состояний. дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определение стационарных вероятностей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
7	<i>Марковские модели в теории надежности</i>	<b>Лекции 14-16.</b> Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		<b>Практические занятия 7-8.</b> Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		<b>Лабораторные занятия 6-8.</b> Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-4.1 ОПК-4.2

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	<i>Введение в теорию надежности</i>	<b>Лекция 1 (1 час).</b> Терминология, основные понятия теории надежности, обзор применяемых моделей и методов, способы повышения надежности технических объектов.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
2	<i>Количественные показатели надежности</i>	<b>Лекция 2 (1 час).</b> Количественные показатели надежности невозстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, среднее	ОПК-4.1 ОПК-4.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>время наработки до отказа. Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.</p>	
		<p><b>Практическое занятие 1 (2 часа).</b> Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, среднее время наработки до отказа, Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала.</i> <i>Подготовка к практическим занятиям.</i> <i>Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
3	<p><i>Модельные распределения времени безотказной работы</i></p>	<p><b>Лекция 3 (1 час).</b> Вероятностные распределения, применяемые в качестве моделей для интервалов времени работы до отказа, между отказами и времени восстановления (экспоненциальное, Эрлагга, Вейбулла, усеченное нормальное, логнормальное). Вычисление показателей надежности для основных распределений. Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Лабораторное занятие 1 (2 часа).</b> Вычисление показателей надежности для основных распределений. Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала.</i> <i>Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
4	<p><i>Анализ надежности структурных схем</i></p>	<p><b>Лекции 4 (2 часа).</b> Последовательные, параллельные, к-из-м, параллельно–последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры. Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Практическое занятие 2 (2 часа).</b> Последовательные, параллельные, к-из-м, параллельно–последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры. Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.</p>	<p><i>ОПК-4.1</i> <i>ОПК-4.2</i></p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b></p>	<p><i>ОПК-4.1</i></p>



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-4.2</i>
5	<i>Считающие процессы</i>	<b>Лекция 5 (1 час).</b> Однородный процесс Пуассона.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
6	<i>Марковские процессы</i>	<b>Лекция 6 (1 час).</b> Определение цепи Маркова с непрерывным временем. Уравнения Колмогорова-Чепмена, Матрица интенсивностей переходов состояний. дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определение стационарных вероятностей.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
7	<i>Марковские модели в теории надежности</i>	<b>Лекция 7 (1 час).</b> Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Лабораторное занятие 2 (2 часа).</b> Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		<b>Самостоятельная работа.</b> <i>Закрепление лекционного материала. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение в теорию надежности	2	-	2	2	6
2	Количественные показатели надежности	4	2	2	6	14
3	Модельные распределения времени безотказной работы	6	2	2	6	16
4	Анализ надежности структурных схем	6	4	2	8	20
5	Считающие процессы	4	2	-	4	10
6	Марковские процессы	4	2	2	6	14

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
7	Марковские модели в теории надежности	6	4	6	8	24
	<b>Итого</b>	32	16	16	40	104
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						108

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение в теорию надежности	1	-	-	4	5
2	Количественные показатели надежности	1	2	-	10	13
3	Модельные распределения времени безотказной работы	1	-	2	20	23
4	Анализ надежности структурных схем	2	2	-	30	34
5	Считающие процессы	1	-	-	6	7
6	Марковские процессы	1	-	-	8	9
7	Марковские модели в теории надежности	1	-	2	10	13
	<b>Итого</b>	8	4	4	88	104
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						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 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 лаборатория кафедры «Компьютерный класс» оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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](https://ibooks.ru) («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://biblio-online.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. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-27-002-89>

2. Грибкова Н.В. Основы теории надежности: учебное пособие/ СПб, ПГУПС, 2022. – 155 с.

3. Бестужева А.Н., Грибкова Н.В., Кударов Рустем С.: учебно-методическое пособие/ СПб, ПГУПС, 2024. – 77 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения/Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров. – М.: Изд. Академия, 2003. – 464 с.
5. Гнеденко Б.В.} Математические методы в теории надежности: Основные характеристики надежности и их статистический анализ/Б.В.Гнеденко, Ю.К.Беляев, А.Д.Соловьев . – 8-е изд., стер. – М.: URSS, 2019.– 584 с.
6. Зверев Г.Я. Оценка надежности изделия в процессе эксплуатации/ Г.Я.~Зверев. – 2-е изд., стер. – М.: ЛЕНАНД, 2010.- 96 с.
7. Кельберт М.Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т2: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения/М.Я.Кельберт, Ю.М.Сухов. – М.: МЦНМО, 2010. – 560 с.
8. Острейковский В.А. Теория надежности/ В.А.Острейковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
9. Половко А.М. Основы теории надежности: практикум/А.М.Половко, С.М.Гуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.
10. Рябинин И.А. Надежность и безопасность сложных систем/ И.А.Рябинин. – СПб.: Политехника, 2000. – 248 с.
11. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И.А.Рябинин. – СПб.: Изд. С.-Петербург. ун-та, 2007. – 276 с.
12. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем / И.А.Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
13. Ушаков И.А. Откуда пошла надежность на Руси / И.А.Ушаков. – электр. жур.-л. – Методы менеджмента и качества, РИА “Стандарты и качество”, – 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria-stk.ru/mmq/adetail.php?ID=16547>.
14. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: учеб. Пособие/ Г.Н.Черкесов. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.
15. Боровских Ю.В., Грибкова Н.В. Системы обслуживания, Уч. пособие, СПб, ПГУПС, 1995. – 141 с.
16. Боровских Ю.В., Гадасина Л.В., Грибкова Н.В. Системы и сети с очередями в MatLAB / Метод указания, СПб, ПГУПС, 2004. – 60 с.
17. Дьяконов В.П. MatLAB 6: Учебный курс. — СПб: Питер, 2001. – 592 с.
- 8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
  - Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
  - Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Разработчик рабочей программы, профессор  
17 апреля 2024 г.



Н.В. Грибкова