

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
2023

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.

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		безотказной работы, функция интенсивности отказов, среднее время наработки до отказа. Лекция 3. Статистические оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.	
		Практическое занятие 1. 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.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Лабораторное занятие 2. 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.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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
3	Модельные распределения времени наработки до отказа	Лекция 4. Вероятностные распределения, применяемые в качестве моделей для интервалов времени наработки до отказа, между отказами и времени восстановления (экспоненциальное, Эрлагга, Вейбулла, усеченное нормальное, логнормальное). Лекция 5. Вычисление показателей надежности для основных распределений. Лекция 6. Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Практическое занятие 2. 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.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Лабораторное занятие 3. Вычисление	ОПК-4.1

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определения стационарных вероятностей.	
		Лабораторное занятие 5. Определение цепи Маркова с непрерывным временем. Уравнения Колмогорова-Чепмена, Матрица интенсивностей переходов состояний. дифференциальные уравнения Колмогорова, система уравнений для определения стационарных вероятностей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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>	Лекции 14-16. Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Практические занятия 7-8. Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Лабораторные занятия 6-8. Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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>	Лекция 1 (1 час). Терминология, основные понятия теории надежности, обзор применяемых моделей и методов, способы повышения надежности технических объектов.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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>	Лекция 2 (1 час). Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, функция надежности, плотность вероятности безотказной работы, функция интенсивности отказов, среднее время наработки до отказа. Статистические	ОПК-4.1 ОПК-4.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		оценки показателей надежности. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.	
		Практическое занятие 1 (2 часа). Количественные показатели надежности восстанавливаемых 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.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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
3	<i>Модельные распределения времени наработки до отказа</i>	Лекция 3 (1 час). 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.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Лабораторное занятие 1 (2 часа). Вычисление показателей надежности для основных распределений. Статистическая проверка гипотез о распределении времени наработки до отказа.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <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
4	<i>Анализ надежности структурных схем</i>	Лекции 4 (2 часа). Последовательные, параллельные, k-из-m, параллельно–последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры. Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Практическое занятие 2 (2 часа). Последовательные, параллельные, k-из-m, параллельно–последовательные, мостиковые структуры. Соответствующие им функции структуры. Расчет надежности структурных схем, основанный на свойствах вероятности.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала.</i>	ОПК-4.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<i>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>	Лекция 5 (1 час). Однородный процесс Пуассона.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		Самостоятельная работа. <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>	Лекция 6 (1 час). 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>
		Самостоятельная работа. <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>	Лекция 7 (1 час). Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		Лабораторное занятие 2 (2 часа). Примеры применения теории цепей Маркова для расчета надежности технических систем.	<i>ОПК-4.1 ОПК-4.2</i>
		Самостоятельная работа. <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 наработки до отказа	6	2	4	6	18
4	Анализ надежности структурных схем	6	4	-	8	18
5	Считающие процессы	4	2	-	4	10
6	Марковские процессы	4	2	2	6	14
7	Марковские модели в теории надежности	6	4	6	8	24

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Итого	32	16	16	40	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						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 наработки до отказа	1	-	2	20	23
4	Анализ надежности структурных схем	2	2	-	20	24
5	Считающие процессы	1	-	-	6	5
6	Марковские процессы	1	-	-	8	9
7	Марковские модели в теории надежности	1	-	2	20	23
	Итого	8	4	4	88	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 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 («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮПАЙТ. – 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. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения/Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров. – М.: Изд. Академия, 2003. – 464 с.

3. 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.

4. Зверев Г.Я. Оценка надежности изделия в процессе эксплуатации/ Г.Я.Зверев. – 2-е изд., стер. – М.: ЛЕНАНД, 2010.- 96 с.
5. 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.
6. Острейковский В.А. Теория надежности/ В.А.Острейковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
7. Половко А.М. Основы теории надежности: практикум/А.М.Половко, С.М.Гуров. – СПб.\; БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.
8. Рябинин И.А. Надежность и безопасность сложных систем/ И.А.Рябинин. – СПб.\; Политехника, 2000. – 248 с.
9. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И.А.Рябинин. – СПб.: Изд. С.-Петерб. ун-та, 2007. – 276 с.
10. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем / И.А.Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
11. 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/mmqa/detail.php?ID=16547>.
12. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: учеб. Пособие / Г.Н.Черкесов. – СПб.\; Питер, 2005. – 479 с.
13. Боровских Ю.В., Грибкова Н.В. Системы обслуживания, Уч. пособие, СПб, ПГУПС, 1995. – 141 с.
14. Боровских Ю.В., Гадасина Л.В., Грибкова Н.В. Системы и сети с очередями в MatLAB / Метод указания, СПб, ПГУПС, 2004. – 60 с.
15. 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 — 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*
30 марта 2023 г.

Н.В. Грибкова