

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

Кафедра «*Электрическая тяга*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.22 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализациям

«Электрический транспорт железных дорог»,

«Локомотивы»,

«Пассажирские вагоны»,

«Грузовые вагоны»

Форма обучения – очная, заочная

«Высокоскоростной наземный транспорт»,

«Технология производства и ремонта подвижного состава»

Форма обучения – очная

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 направлению подготовки/специальности 23.05.03 «*Подвижной состав железных дорог*» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215.

Целью изучения дисциплины является ознакомление с показателями надежности и методами расчета надежности при проектировании транспортных объектов, а также получение навыков применения показателей надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение показателей надежности при проектировании транспортных объектов;
- изучение методов расчета надежности при проектировании транспортных объектов;
- использование показателей надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации

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)
<i>ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>	
<i>ОПК-4.1.1 Знает требования нормативных документов, в соответствии с которыми выполняется проектирование и расчет транспортных объектов</i>	<i>Обучающийся знает:</i> – <i>требования нормативных документов, в соответствии с которыми выполняется проектирование и расчет транспортных объектов</i>
<i>ОПК-4.3.1 Имеет навык проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>	<i>Обучающийся имеет навык:</i> – <i>проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i>

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)	32
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4

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)	8
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), 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	Основные понятия и определения теории надежности	Лекция 1. Предмет, задачи и основы методологии теории надежности подвижного состава. Основные понятия: надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Состояния: работоспособное состояние, неработоспособное состояние, исправное состояние, неисправное состояние, предельное состояние. Отказы. Внезапный отказ. Постепенный отказ.	ОПК-4.1.1
2	Количественные характеристики надежности	Лекция 2. Количественные характеристики надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, интенсивность отказов, средняя частота отказов (поток отказов), средний срок службы, среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент вынужденного простоя, коэффициент технического использования. Связь надежности с экономическими показателями систем. Коэффициент стоимости эксплуатации.	ОПК-4.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Практическое занятие 1. (4 часа). Типовое задание 1. Определение показателей надежности невосстанавливаемых элементов.</p> <p>Самостоятельная работа (6 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
3	<p>Параметрическая надежность систем</p>	<p>Лекция 3. Причины нестабильности характеристик систем.</p> <p>Лекция 4. Расчет параметрической надежности в случае линейной зависимости рабочей характеристики системы от ее параметров. Расчет параметрической надежности в случае нелинейной зависимости рабочей характеристики системы от ее параметров. Влияние точности сборки агрегатов на свойства подвижного состава.</p> <p>Практическое занятие 2. (4 часа). Типовое задание 2. Определение надежности полупроводниковых преобразователей.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
4	<p>Расчет надежности систем на основном соединении элементов</p>	<p>Лекция 5. Экспоненциальный закон надежности. Расчетные соотношения.</p> <p>Лекция 6. Виды расчетов надежности: прикидочный, ориентировочный и заключительный. Цели расчетов. Логическая схема расчета надежности на основном соединении элементов.</p> <p>Практическое занятие 3 (4 часа). Типовое задание 3. Расчет надежности систем на резервном соединении элементов.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
5	<p>Расчет надежности систем на резервном соединении элементов</p>	<p>Лекция 7. Способы резервирования. Кратность резервирования. Расчетные соотношения при общем и раздельном резервировании.</p> <p>Лекция 8. Особенности резервирования силовых полупроводниковых преобразователей электроподвижного состава. Понятие о смешанном соединении элементов. Алгоритм расчета систем на смешанном соединении элементов. Логические схемы расчета надежности на резервном и смешанном соединении элементов.</p> <p>Практическое занятие 4 (4 часа). Типовое задание 7. Определение срока службы изоляции электрической машины.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		[1], [2] п. 8.5.	
6	Расчет надежности систем в период постепенных отказов	<p>Лекция 9. Виды износов и закономерности процессов изнашивания.</p> <p>Лекция 10. Определение износа тормозных колодок пригородных электропоездов. Нормальное распределение.</p> <p>Лекция 11. Определение показателей надежности в период постепенных отказов. Учет при расчетах надежности систем совместного действия внезапных и постепенных отказов.</p> <p>Практическое занятие 5 (4 часа). Типовое задание 6. Расчет количества тормозных колодок необходимого для замены с учетом абразивного изнашивания.</p> <p>Самостоятельная работа (12 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1],[2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
7	Расчет надежности восстанавливаемых изделий	<p>Лекция 12. Определение показателей надежности восстанавливаемых изделий.</p> <p>Лекция 13. Определение надежности электровоза как системы с несколькими возможными состояниями.</p> <p>Практическое занятие 6 (4 часа). Типовое задание 8. Расчет надежности электрощеток.</p> <p>Самостоятельная работа (10 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
8	Определение надежности оборудования на основании данных эксплуатации	<p>Лекция 14. Сбор информации о надежности: требования, цели, источники. Обработка информации о надежности оборудования электроподвижного состава. Применение критериев согласия.</p> <p>Практическое занятие 7. (4 часа). Типовое задание 4. Выравнивание статистического распределения случайной величины.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
9	Расчет количества запасных изделий	<p>Лекция 15. Распределение Пуассона. Методика определения необходимого количества запасных изделий.</p> <p>Практическое занятие 8. Типовое задание 5. Расчет количества запасных изделий.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
10	Методы повышения ресурса изнашиваемого оборудования	<p>Лекция 16. Традиционные методы. Новые перспективные методы (газоплазменное напыление, электро-дуговое напыление, диффузные методы, эпиламирование, лазерное упрочнение).</p> <p>Практическое занятие 9. Типовое задание 9. Расчет надежности подшипников качения.</p> <p>Самостоятельная работа (8 часов).</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия и определения теории надежности	<p>Лекция (0,5 часа). Предмет, задачи и основы методологии теории надежности подвижного состава. Основные понятия: надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Состояния: работоспособное состояние, неработоспособное состояние, исправное состояние, неисправное состояние, предельное состояние. Отказы. Внезапный отказ. Постепенный отказ.</p>	ОПК-4.1.1
2	Количественные характеристики надежности	<p>Лекция (0,5 часа). Количественные характеристики надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, интенсивность отказов, средняя частота отказов (поток отказов), средний срок службы, среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент вынужденного простоя, коэффициент технического использования. Связь надежности с экономическими показателями систем. Коэффициент стоимости эксплуатации.</p> <p>Практическое занятие 1. (1 час). Типовое задание 1. Определение показателей надежности невосстанавливаемых элементов.</p> <p>Самостоятельная работа (14 часов).</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p> <p>ОПК-4.1.1</p>
3	Параметрическая надежность систем	<p>Лекция (1 час). Причины нестабильности характеристик систем. Расчет параметрической надежности в случае линейной зависимости рабочей характеристики системы от ее параметров. Расчет параметрической надежности в случае нелинейной зависимости рабочей характеристики системы от ее параметров. Влияние точности сборки агрегатов на свойства подвижного состава.</p> <p>Практическое занятие 2. (1 час). Типовое</p>	<p>ОПК-4.1.1</p> <p>ОПК-4.3.1</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		задание 2. Определение надежности полупроводниковых преобразователей. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1
4	Расчет надежности систем на основном соединении элементов	Лекция (1 час). Экспоненциальный закон надежности. Расчетные соотношения. Виды расчетов надежности: прикидочный, ориентировочный и заключительный. Цели расчетов. Логическая схема расчета надежности на основном соединении элементов. Практическое занятие 3 (1 час). Типовое задание 3. Расчет надежности систем на резервном соединении элементов. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1
5	Расчет надежности систем на резервном соединении элементов	Лекция (1 час). Способы резервирования. Кратность резервирования. Расчетные соотношения при общем и раздельном резервировании. Особенности резервирования силовых полупроводниковых преобразователей электроподвижного состава. Понятие о смешанном соединении элементов. Алгоритм расчета систем на смешанном соединении элементов. Логические схемы расчета надежности на резервном и смешанном соединении элементов. Практическое занятие 4 (1 час). Типовое задание 7. Определение срока службы изоляции электрической машины. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1
6	Расчет надежности систем в период постепенных отказов	Лекция (1 час). Виды износов и закономерности процессов изнашивания. Определение износа тормозных колодок пригородных электропоездов. Нормальное распределение. Определение показателей надежности в период постепенных отказов. Учет при расчетах надежности систем совместного действия внезапных и постепенных отказов. Практическое занятие 5 (1 час). Типовое задание 6. Расчет количества тормозных колодок необходимого для замены с учетом абразивного изнашивания. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1],[2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
7	Расчет надежности восстанавливаемых изделий	Лекция (1 час). Определение показателей надежности восстанавливаемых изделий. Определение надежности электровоза как системы с несколькими возможными состояниями. Практическое занятие 6 (1 час). Типовое задание 8. Расчет надежности электрощеток. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1
8	Определение надежности оборудования на основании данных эксплуатации	Лекция (1 час). Сбор информации о надежности: требования, цели, источники. Обработка информации о надежности оборудования электроподвижного состава. Применение критериев согласия. Практическое занятие 7. (1 час). Типовое задание 4. Выравнивание статистического распределения случайной величины. Самостоятельная работа (14 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1
9	Расчет количества запасных изделий	Лекция (0,5 часа). Распределение Пуассона. Методика определения необходимого количества запасных изделий. Практическое занятие 8 (0,5 часа). Типовое задание 5. Расчет количества запасных изделий. Самостоятельная работа (8 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1
10	Методы повышения ресурса изнашиваемого оборудования	Лекция (0,5 часа). Традиционные методы. Новые перспективные методы (газоплазменное напыление, электро-дуговое напыление, диффузные методы, эпиламирование, лазерное упрочнение). Практическое занятие 9 (0,5 часа). Типовое задание 9. Расчет надежности подшипников качения. Самостоятельная работа (12 часов). Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п. 8.5.	ОПК-4.1.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.1.1

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные понятия и определения теории надежности	2	-	-	0	2
2	Количественные характеристики надежности	2	4	-	6	12
3	Параметрическая надежность систем	4	4	-	8	16
4	Расчет надежности систем на основном соединении элементов	4	4	-	8	16

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
5	Расчет надежности систем на резервном соединении элементов	4	4	-	8	16
6	Расчет надежности систем в период постепенных отказов	6	4	-	12	22
7	Расчет надежности восстанавливаемых изделий	4	4	-	10	18
8	Определение надежности оборудования на основании данных эксплуатации	2	4	-	8	14
9	Расчет количества запасных изделий	2	2	-	8	12
10	Методы повышения ресурса изнашиваемого оборудования	2	2	-	8	12
	Итого	32	32	-	76	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные понятия и определения теории надежности	0,5	-	-	-	1
2	Количественные характеристики надежности	0,5	1	-	14	16
3	Параметрическая надежность систем	1	1	-	14	16
4	Расчет надежности систем на основном соединении элементов	1	1	-	14	16
5	Расчет надежности систем на резервном соединении элементов	1	1	-	14	16
6	Расчет надежности систем в период постепенных отказов	1	1	-	14	16
7	Расчет надежности восстанавливаемых изделий	1	1	-	14	16
8	Определение надежности оборудования на основании данных эксплуатации	1	1	-	14	16
9	Расчет количества запасных изделий	0,5	0,5	-	14	15
10	Методы повышения ресурса изнашиваемого оборудования	0,5	0,5	-	12	13
	Итого	8	8	-	124	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

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

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

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

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

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.

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:

– информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

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

1. Зеленченко А.П., Ролле И.А., Цаплин А.Е. Надежность электроподвижного состава. Учебное пособие СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015 – 40 с.

2. Зеленченко А.П., Цаплин А.Е. Расчет надежности элементов тягового электропривода подвижного состава. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Надежность подвижного состава». СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014 – 29 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;

– Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/> - Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,
доцент

«25» апреля 2023 г.

_____ А.Е. Цаплин