

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Кафедра «Электрическая тяга»

Отчет по практическим работам (часть 1)
по дисциплине: «Основы теории надежности»

Проверил:
д. т. н., профессор
Буйносов А.П.

Выполнил:
студент гр. ПСв-419(3)
Кузнецова Н.Н.

Екатеринбург
2023

ЗАДАНИЕ
на практические работы № 1 (часть 1) по дисциплине
«Основы теории надежности»

Студент _____ Кузнецова Надежда Николаевна _____

Форма обучения _____ заочная _____

Группа _____ ПСВ-419(3) _____

Исходные данные:

Значения наработки устройства до отказа

Вариант	Толщина детали, мм									
15	10	10	9	8	7	8	9	7	7	7
	7	8	9	7	8	9	10	8	9	10
	7	8	9	10	8	7	6	5	7	8
	7	8	9	10	11	7	8	10	11	12
	5	8	7	9	7	8	7	8	8	8

Задание Выдано:

« 22 » мая 2023 г.

ПЛАН-ГРАФИК
выполнения практических работ № 1 (часть 1) по дисциплине
«Основы теории надежности»

Студент Кузнецова Надежда Николаевна

Форма обучения заочная

№ зач. кн. 19-ПСВ-044

Группа ПСГВ-419(3)

Номер варианта 15

Тема работы Параметрические отказы

Этапы работы	Сроки выполнения	Вид отчетности	Отметка о выполнении
1 Расчет числовых характеристик закона распределения контролируемого параметра	29.05.2023 г.	Числовые характеристики распределения контролируемого параметра	

Дата 22.05.2023 г.

Подпись студента _____

Дата 22.05.2023 г.

Подпись руководителя _____

ВВЕДЕНИЕ

Надежность – это одна из обязательных составляющих качества любого технического объекта. Однако, являясь лишь одним из элементов качества, надежность существенно отличается от всех других его элементов, от остальных его свойств:

- надежность является наиболее общим комплексным свойством, характеризующим качество любого технического изделия, машины, прибора;
- это единственное общее свойство огромного большинства промышленных изделий;
- реализуется во времени, все остальные свойства имеют мгновенные значения;
- не подлежит инструментальному измерению, а определяется расчетами (вероятностными или статистическими).

Комплексность свойства «надежность» состоит в том, что техническое устройство считается тем надежнее, чем реже оно отказывает, чем дольше работает до потери работоспособности, чем проще и дешевле восстанавливается после отказа. Для более полной и детальной оценки вводят в рассмотрение частные свойства, формирующие комплексное свойство «надежность», – безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Для их определения следует рассмотреть состояния, в которых могут находиться технические объекты (ТО), и события, под которыми понимают переходы ТО из одного состояния в другое.

Исправным состоянием ТО (например, вагона или его узла, детали) называется такое, при котором он удовлетворяет всем требованиям нормативно-технической документации. Если ТО не удовлетворяет хотя бы одному из этих требований, то он находится в неисправном состоянии. Находясь в неисправном состоянии, ТО может быть работоспособным или неработоспособным в зависимости от степени влияния неисправности на выполнение рабочих функций ТО в конкретных условиях эксплуатации.

Под отказом ТО (например, локомотива, его узла) понимается событие, заключающееся в потере им работоспособности и нарушении установленного порядка нормальной эксплуатации и ремонта. Дефект ТО – это

неисправность, которая не вызывает нарушения установленного порядка нормальной эксплуатации и ремонта. Отказом узла или детали ТО считается событие, приведшее к потере их работоспособности и требующее ремонта или замены узла или детали вагона (локомотива).

Безотказностью ТО (или его узла, детали) называется свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение требуемого времени в конкретных условиях эксплуатации.

Под долговечностью ТО (узла, детали) понимается свойство длительно, с возможными перерывами на ремонт сохранять работоспособность до отказа или другого предельного состояния.

Ремонтопригодность ТО – это его свойство, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и дефектов.

Под сохраняемостью ТО понимается его свойство непрерывно сохранять рабочие свойства в заданных пределах в течение требуемого времени в конкретных условиях хранения.

На основании сказанного выше можно определить надежность ТО как его комплексное свойство, обусловленное безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью.

Рассмотренная составляющая качества любого технического объекта – его надежность – проявляется во времени работы, эксплуатации в конкретных условиях, поэтому надежность оценивается количественными показателями, определяемыми на основе обработки опытно-статистических данных методами математической статистики и теории вероятностей.

Необходимый уровень надежности железнодорожного подвижного состава (ПС) в эксплуатации обеспечивается за счет системы технического обслуживания и ремонта, основной характеристикой которой является структура ремонтного цикла, определяющая периодичность ремонтов различных видов, их номенклатуру, объемы и порядок чередования.

Так как система планово-предупредительных ремонтов имеет целью предупреждение постепенных отказов подвижного состава, то пробеги (календарные дни) между ремонтами различных видов устанавливаются в зависимости от интенсивности износа наиболее ответственных узлов и деталей.

В условиях существующего дефицита материальных ресурсов остро

стоит вопрос о повышении долговечности деталей и узлов. Один из путей его решения – это сбережение их в эксплуатации за счёт отказа от применения сложных технологий восстановления. С этим тесно связана проблема повышения эксплуатационной надёжности подвижного состава, где отказы определяются возникновением предельных износов.

Долговечность, как один из факторов надёжности, есть свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, т. е. такого момента, когда он должен быть либо направлен в ремонт, либо изъят из эксплуатации [1].

Практическое решение этого вопроса не может быть достигнуто решением отдельных задач по увеличению срока межремонтного цикла некоторых узлов железнодорожного подвижного состава.

1 Расчет числовых характеристик закона распределения контролируемого параметра

Случайная величина будет полностью описана с вероятностной точки зрения, если определить закон ее распределения, под которым понимается определенное соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями. Контролируемый параметр изнашиваемой детали является непрерывной случайной величиной, закон распределения которой может быть представлен плотностью распределения [8].

Среднее значение контролируемого параметра Y в i -м сечении:

$$m_i = 1/N_i \cdot \sum_{j=1}^{N_i} Y_{ij} . \quad (1)$$

По расчёту:

$$m_1 = \frac{1}{50} \cdot 410 = 8.2 \text{ мм}$$

Среднеквадратическое отклонение контролируемого параметра:

$$\sigma_i = \sqrt{D_i} = \sqrt{\frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} (Y_{ij} - m_i)^2} , \quad (2)$$

По расчёту:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{50} \cdot 11.84} = 0.487 \text{ мм}$$

где N_i – число значений контролируемого параметра на замер с данным номером i (в i -м сечении).

Все значения контролируемого параметра, которые лежат за пределами интервала $[m_i - 3 \cdot \sigma_i; m_i + 3 \cdot \sigma_i]$, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Для построения плотности распределения контролируемого параметра область его определения делится на K интервалов и подсчитываются величины Δn_j^* – число значений контролируемого параметра, попавших в j -й интервал, где $j = 1, 2, \dots, K$.

Число интервалов разбиения можно определить используя правило Страджесса :

$$K = 1 + 3,3 \lg n, \quad (3)$$

По расчёту:

$$K = 1 + 3,3 \lg 50 = 7.$$

где n – объем выборки статистической совокупности (для j -го сечения).

При определении закона распределения контролируемого параметра число интервалов удобнее принять равным 7.

Ширину шага интервала, находим по формуле:

$$\text{Ш} = \frac{\text{max} - \text{min}}{7}, \quad (4)$$

Получаем:

$$\text{Ш} = \frac{12 - 5}{7} = 1 \text{ мм}$$

Гистограмма на основе полученных данных:

