

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальности*

*1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование (по направлениям)»
заочной формы обучения*



Могилев 2021

УДК 621.86
ББК 39.9
М77

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«12» мая 2021 г., протокол № 9

Составитель канд. техн. наук, доц. А. П. Смоляр

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)» заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	Е. А. Галковская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Содержание контрольной работы	6
2 Задачи для решения	8
3 Примеры решения задач.....	12
Список литературы	16

Введение

В мировых направлениях развития университетского образования четко проявляется тенденция роста доли самостоятельной работы студентов и смещение акцента с преподавания на учение. В этой связи становится очевидным, что с переходом на компетентностный подход в образовании необходимо формировать систему умений и навыков самостоятельной работы, воспитывать культуру самостоятельной деятельности студентов.

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

Целью учебной дисциплины является подготовка специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые знания, умения и навыки по основам теории надежности подъемно-транспортных машин (ПТМ), организации их монтажа, эксплуатации, диагностики и ремонта.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование навыков организации и проведения монтажа подъемно-транспортных машин;
- формирование навыков организации и проведения диагностики и ремонта ПТМ;
- формирование навыков управления технологическими процессами по эксплуатации ПТМ.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные положения теории надежности ПТМ;
- организацию проведения диагностик и ремонтов ПТМ;
- технологию проведения технического обслуживания и ремонтов ПТМ;
- технические средства и передовые методы монтажных работ;
- основы эксплуатации ПТМ.

уметь:

- определять количественные значения показателей надежности ПТМ;
- обеспечить достижения их оптимальных значений на основе определений о нагруженности машин, прочности, износостойкости и смазке их деталей и сборочных единиц, учета неблагоприятных условий эксплуатации и знания основных принципов обеспечения их монтажно-эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности;

– выбирать рациональные методы производства монтажных работ и технологические средства их выполнения, разрабатывать технологические карты и проекты производства работ, обеспечивать безопасность их выполнения;

– организовать эксплуатацию ПТМ, обеспечить технический надзор за его состоянием и безопасным ведением работ, разрабатывать оптимальные технологические процессы технического обслуживания и ремонта;

владеть:

– методами определения значений показателей надежности ПТМ;

– методами обеспечения достижения оптимальных значений показателей надежности;

– методами производства монтажных работ и технологические средства их выполнения, методами разработки технологических карт и проектов производства работ, методами обеспечения безопасности их выполнения;

– методами организации эксплуатации ПТМ, методами проведения технического надзора за состоянием ПТМ и методами безопасного ведения работ, методами разработки оптимальных технологических процессов технического обслуживания и ремонта.

Для освоения этой дисциплины студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу.

После выполнения контрольной работы, прохождения собеседования по ней студент допускается к экзамену.

1 Содержание контрольной работы

Целью рекомендаций для самостоятельной работы является углубление знаний студентов по основным разделам дисциплины «Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин», приобретение студентами умений и навыков по применению полученных теоретических знаний для решения инженерных задач.

Прежде чем приступить к выполнению задания, студенту необходимо, используя рекомендованную литературу, самостоятельно и в полной мере изучить содержание учебной дисциплины, изложенное в учебной программе учреждения высшего образования. Примерное содержание учебной дисциплины представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание учебной дисциплины

Наименование и номер темы	Содержание
1	2
Введение	Значение вопросов монтажа, эксплуатации, ремонта и надежности ПТМ
Тема 1. Основные положения теории надежности и долговечности ПТМ	Общие понятия о надежности. Терминология надежности. Стандартные и отраслевые руководящие технические материалы
Тема 2. Нагрузки в машинах	Общая характеристика нагрузок и их влияние на работу машин. Нагрузки переменные и постоянные, стационарные и нестационарные. Методы измерения нагрузок.
Тема 3. Прочность деталей ПТМ	Виды отказов по критерию прочности (усталостные разрушения, пластическая деформация, ползучесть, хрупкое разрушение, нарушение сцепления и др.). Неравномерность распределения номинальных напряжений, их выравнивание и уменьшение
Тема 4. Интенсивность работы деталей и узлов ПТМ	Виды и характеристики внешнего трения и износа. Факторы, влияющие на износ
Тема 5. Смазка подъемно-транспортных машин	Назначение смазки и виды смазочных материалов. Минеральные масла. Пластичные (консистентные смазки). Твердые смазки. Твердые смазочные покрытия. Присадки (противоизносные, противозадирные, антифрикционные и др.). Основные характеристики масел. Выбор смазочных материалов и режимов смазки для типовых узлов трения. Техническая документация на смазку. Техника смазки и смазочное хозяйство
Тема 6. Монтаж ПТМ	Общие сведения о монтаже. Объекты, подлежащие приемке. Разбивка главных монтажных осей и высотных реперов. Приемка фундаментов, крановых и временных монтажных путей. Специальные требования при монтаже подъемно-транспортных машин. Общие методы и приемы сборки машин. Монтаж металлических конструкций. Монтаж типовых деталей и элементов машин

Окончание таблицы 1.1

1	2
	Монтаж специальных деталей и элементов ПТМ. Выбор метода подъема в проектное положение. Монтажные работы. Пуско-наладочные работы и сдача кранов в эксплуатацию
Тема 7. Грузоподъемные и такелажные приспособления. Стропы, захваты и траверсы	Простейшие, универсальные, облегченные и многоветвевые стропы. Особенности применения захватов и траверс. Грузоподъемные и такелажные приспособления. Виды, содержание и способы выполнения такелажных работ
Тема 8. Эксплуатация и ремонт ПТМ	Общие вопросы эксплуатации. Техничко-экономическое значение вопросов эксплуатации и ремонта ПТМ. Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Структуры ремонтных циклов ПТМ, их оптимизация. Определение потребности в оборотном фонде запасных узлов. Техническое обслуживание подъемно-транспортных машин (содержание работ)
Тема 9. Организация и содержание технического надзора	Основные мероприятия по техническому надзору (регистрация, разрешение на пуск, техническое освидетельствование). Правила безопасной работы

Контрольная работа состоит из решения двух задач.

Номера задач выбираются по номеру студента в журнале.

Отчёт оформляется в строгой последовательности выполнения работы, в соответствии с ГОСТ Р 2.105–2019. На титульном листе указываются учебное заведение, кафедра, дисциплина, фамилия, инициалы студента и год оформления отчета.

Ответ должен содержать номер задачи в соответствии с вариантом, условие задачи, исходные данные к расчету, ход решения задач с обязательной расшифровкой принятых обозначений и указанием единиц измерения, необходимые пояснения к задаче, кинематические и расчетные схемы. После проведения расчетов записывается ответ.

Работа, оформленная небрежно и без соблюдения предъявленных к ней требований, не рассматривается и не засчитывается.

Оценка за задачу выставляется в соответствии с представленными в таблице 1.2 критериями.

Таблица 1.2 – Критерии оценки при решении задачи

Количество баллов	Критерий оценки при решении задачи	
	1	2
50	Задача решена правильно, получен правильный конечный результат, имеются достаточные пояснения, используются и соблюдаются стандарты и другая НТД	
35	Задача решена правильно, получен правильный конечный результат, используются и соблюдаются стандарты и другая НТД, пояснения недостаточны	
25	Задача решена правильно, получен правильный конечный результат, пояснения недостаточны, недостаточно используются и соблюдаются стандарты и другая НТД	

Окончание таблицы 1.2

1	2
15	Задача решена в общем виде, получен правильный конечный результат, пояснения недостаточны, недостаточно используются и соблюдаются стандарты и другая НТД
10	Конечный результат при решении задачи не достигнут, пояснений нет, НТД не используется
6	Написаны расчетные формулы без пояснений, стандарты и НТД не используются
1	Отсутствие знаний в рамках решения задачи или отказ от решения

Итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей 1.3.

Таблица 1.3 – Критерии выбора итоговой оценки

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Балл	51...100	1...50

2 Задачи для решения

Задача 1. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 0–0,5 года?

Задача 2. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 0,5–1 года?

Таблица 2.1 – Данные к задачам 1–6

Номер разряда	Разряды (срок службы, годы)		Середина разряда t_i	Частота в разряде (число отказов) m_i	$t_i m_i$	$t_i^2 m_i$
	свыше	до t				
1	0	0,5	0,25	2		
2	0,5	1,0	0,75	7		
3	1,0	1,5	1,25	16		
4	1,5	2,0	1,75	42		
5	2,0	2,5	2,25	21		
6	2,5	3,0	2,75	12		
				$N = \sum m_i = 100$		

Задача 3. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 1–1,5 года?

Задача 4. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 1,5–2 года?

Задача 5. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 2–2,5 года?

Задача 6. По данным в пяти первых вертикальных строках таблицы 2.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 2,5–3 года?

Задача 7. За время наблюдений зарегистрировано 16 внезапных отказов ($n_6 = 16$) мостовых кранов при суммарной наработке всеми кранами исследованной совокупности $\sum t_i = 3280$ ч. Определить параметр потока внезапных отказов ω_B , наработку на отказ \hat{T}_0 и вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1,3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч). Закон распространения отказов – экспоненциальный.

Задача 8. За время наблюдений зарегистрировано 12 внезапных отказов ($n_6 = 12$) мостовых кранов при суммарной наработке всеми кранами исследованной совокупности $\sum t_i = 4200$ ч. Определить параметр потока внезапных отказов (ω_B , наработку на отказ \hat{T}_0 и вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1,3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч). Закон распространения отказов – экспоненциальный.

Задача 9. За время наблюдений зарегистрировано 16 внезапных отказов ($n_6 = 10$) мостовых кранов при суммарной наработке всеми кранами исследованной совокупности $\sum t_i = 2140$ ч. Определить параметр потока внезапных отказов

(ω_B , наработку на отказ \widehat{T}_0 и вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1,3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч). Закон распространения отказов – экспоненциальный.

Задача 10. За время наблюдений зарегистрировано 20 внезапных отказов ($n_6 = 20$) мостовых кранов при суммарной наработке всеми кранами исследованной совокупности $\sum t_i = 6580$ ч. Определить параметр потока внезапных отказов (ω_B , наработку на отказ \widehat{T}_0 и вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1,3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч). Закон распространения отказов – экспоненциальный.

Задача 11. Определить вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 1,6$ мес., если известно, что время их отказа подчиняется нормальному распределению, у которого $T = 3,6$ мес., $\sigma = 0,5$ мес.

Задача 12. Определить вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 2,6$ мес., если известно, что время их отказа подчиняется нормальному распределению, у которого $T = 7,6$ мес., $\sigma = 0,6$ мес.

Задача 13. Определить вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 3,6$ мес., если известно, что время их отказа подчиняется нормальному распределению, у которого $T = 12$ мес., $\sigma = 1$ мес.

Задача 14. Определить вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 48$ мес., если известно, что время их отказа подчиняется нормальному распределению, у которого $T = 3,6$ мес., $\sigma = 1,5$ мес.

Задача 15. Определить вероятность безотказной работы крановых колес за время $T_i = 1,5$ лет, если известно, что их ресурс описывается распределением Вейбулла с параметрами $T = 1,8$ лет и $V = 0,444$.

Задача 16. Определить вероятность безотказной работы крановых колес за время $T_i = 2,5$ лет, если известно, что их ресурс описывается распределением Вейбулла с параметрами $T = 2,8$ лет и $V = 0,48$.

Задача 17. Определить вероятность безотказной работы крановых колес за время $T_i = 5,5$ лет, если известно, что их ресурс описывается распределением Вейбулла с параметрами $T = 6,8$ лет и $V = 1$.

Задача 18. Определить статистическую вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 1,5$ мес. по результатам наблюдений, представленным в виде упорядоченного (вариационного) ряда: 1; 1,2; 1,9; 2,4; 2,8; 3,0; 3,5; 3,6; 3,9; 4,1; 4,4; 4,5; 5,1 и 5,6 мес.

Задача 19. Определить статистическую вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 2,5$ мес. по результатам наблюдений, представленным в виде упорядоченного (вариационного) ряда: 1; 1,2; 1,8; 2,4; 2,8; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,1; 4,4; 4,5; 5,2 и 5,6 мес.

Задача 20. Определить статистическую вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 3,6$ мес. по результатам наблюдений, представленным в виде упорядоченного (вариационного) ряда: 1; 1,2; 1,6; 2,6; 2,8; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,2; 4,4; 4,8; 5,6 и 5,6 мес.

Задача 21. Определить среднюю наработку \hat{T}_1 до отказа невосстанавливаемых объектов – крановых канатов по данным задачи 18.

Задача 22. Определить среднюю наработку \hat{T}_1 до отказа невосстанавливаемых объектов – крановых канатов по данным задачи 19.

Задача 23. Определить среднюю наработку \hat{T}_1 до отказа невосстанавливаемых объектов – крановых канатов по данным задачи 20.

Задача 24. Определить наработку \hat{T}_0 на отказ восстанавливаемого объекта – тормоза механизма подъема по данным о параметрических отказах, представленных вариационным рядом: 2,1; 2,2; 2,5; 2,5; 2,8; 3,0; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,8; 4,2; 4,5; 4,9; 5 мес.

Задача 25. Определить наработку \hat{T}_0 на отказ восстанавливаемого объекта – тормоза механизма подъема по данным о параметрических отказах, представленных вариационным рядом: 2,0; 2,2; 2,4; 2,5; 2,8; 3,0; 3,1; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,2; 4,6; 4,9; 5 мес.

Задача 26. Определить наработку \hat{T}_0 на отказ восстанавливаемого объекта – тормоза механизма подъема по данным о параметрических отказах, представленных вариационным рядом: 2,0; 2,1; 2,3; 2,5; 2,7; 2,9; 3,1; 3,2; 3,5; 3,7; 3,9; 4,1; 4,5; 4,9; 5 мес.

3 Примеры решения задач

Задача 1. Поданным в пяти первых вертикальных строках таблицы 3.1 определить математическое ожидание срока службы канатов и характеристики рассеяния этой случайной величины: дисперсию D , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V . Какова частота \hat{P}_i срока службы канатов в интервале 1,5–2 года?

Решение

Для каждого разряда определяем значения $t_i m_i$ и $t_i^2 m_i$, а также суммы этих значений. Полученные данные заносим в две последние вертикальные графы таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Данные к задаче

Номер разряда	Разряд (срок службы, годы)		Середина разряда t_i	Частота в разряде (число отказов) m_i	$t_i m_i$	$t_i^2 m_i$
	свыше	до t				
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0,5	0,25	2	0,50	0,125
2	0,5	1,0	0,75	7	5,25	3,938
3	1,0	1,5	1,25	16	20,00	25,020
4	1,5	2,0	1,75	42	73,50	128,625
5	2,0	2,5	2,25	21	47,25	106,312
6	2,5	3,0	2,75	12	33,00	90,750
				$N = \Sigma m_i = 100$	$\Sigma t_i m_i = 179,5$	$\Sigma t_i^2 m_i = 354,75$

Математическое ожидание срока службы определяем по формуле

$$\hat{T} = \frac{\Sigma t_i m_i}{N} = \frac{179,5}{100} = 1,8 \text{ года.}$$

Дисперсию находим по формуле

$$\hat{D} = \frac{\Sigma t_i^2 m_i}{N} - \hat{T}^2 = \frac{354,75}{100} - 1,8^2 = 0,31;$$

среднее квадратическое отклонение

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{D}} = \sqrt{0,31} = 0,57 \text{ года;}$$

коэффициент вариации

$$\hat{V} = \frac{\hat{\sigma}}{\hat{T}} = \frac{0,57}{1,8} = 0,32;$$

частота срока службы канатов в интервале 1,5–2 года

$$\hat{P}_{i(1,5-2)} = \frac{m_i}{N} = \frac{42}{100} = 0,42.$$

Ответ: дисперсия $\hat{D} = 0,31$, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 0,57$ года, коэффициент вариации $V = 0,32$, частота $\hat{P}_i = 0,42$.

Задача 2. За время наблюдения зарегистрировано 16 внезапных отказов ($n_e = 16$) мостовых кранов при суммарной наработке всеми кранами исследованной совокупности $\Sigma t_i = 3280$ ч. Определить параметр потока внезапных отказов ω_e , наработку на отказ \hat{T}_o и вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1, 3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч). Закон распространения отказов – экспоненциальный.

Решение

Параметр потока отказов определяем по формуле

$$\omega_e = \frac{n_e}{\Sigma t_i} = \frac{16}{3280} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / ч};$$

наработка на отказ

$$\hat{T}_o = \frac{1}{\omega_e} = \frac{1}{4,9 \cdot 10^{-3}} = 204 \text{ ч};$$

вероятность безотказной работы в течение суток ($1 = 8$ ч):

$$P(t) = e^{-\omega_e t} = e^{-4,9 \cdot 10^{-3} \cdot 8} = 0,96;$$

$$P(t) = e^{-\omega_e t} = e^{-4,9 \cdot 10^{-3} \cdot 24} = 0,9;$$

$$P(t) = e^{-\omega_e t} = e^{-4,9 \cdot 10^{-3} \cdot 80} = 0,68.$$

Ответ: параметр потока внезапных отказов $\omega_e = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / ч}$, наработка на отказ $\hat{T}_o = 204 \text{ ч}$, вероятность безотказной работы $P(t)$ кранов в течение 1, 3 и 10 смен (8, 24 и 80 ч) соответственно равна 0,96, 0,9 и 0,68.

Задача 3. Определить вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 1,6 \text{ мес.}$, если известно, что время их отказа подчиняется нормальному распределению, у которого $T = 3,6 \text{ мес.}$, $\sigma = 0,5 \text{ мес.}$

Решение

Значение U :

$$U = \frac{(t-T)}{\sigma} = \frac{(1,6-3,6)}{0,5} = -1.$$

По таблице 3.2 при $U = -1$ $F(t) = 0,159$.

Таблица 3.2 – Значения нормальной функции распределения $F(t)$ в зависимости от $U = \frac{(t-T)}{\sigma}$

U	$F(t)$	U	$F(t)$	U	$F(t)$	U	$F(t)$	U	$F(t)$
-0,00	0,500	-1,00	0,159	-2,20	0,014	0,60	0,726	1,70	0,955
-0,20	0,420	-1,20	0,115	-2,60	0,005	0,80	0,788	2,00	0,977
-0,40	0,344	-1,40	0,080	-3,00	0,001	1,00	0,841	2,40	0,992
-0,60	0,274	-1,60	0,055	0,20	0,579	1,30	0,903	2,80	0,997
-0,80	0,212	-1,80	0,036	0,40	0,655	1,50	0,933		

Вероятность безотказной работы крановых канатов

$$P(t) = 1 - F(t) = 1 - 0,159 = 0,841.$$

Ответ: вероятность безотказной работы крановых канатов составляет $P(t) = 0,841$.

Задача 4. Определить вероятность безотказной работы крановых колес за время $T=1,5 \text{ лет}$, если известно, что их ресурс описывается распределением Вейбулла с параметрами $T=1,8 \text{ лет}$ и $V=0,404$.

Решение

По таблице 3.3 определим параметры закона распределения α и b . При $V = 0,4$ $b = 2,7$, $\alpha = 0,89$.

Параметр a определим по формуле

$$a = \frac{T}{\alpha} = \frac{1,8}{0,89} = 2,022.$$

Таблица 3.3 – Значения α и b для закона распределения Вейбулла

V	b	α	V	b	α	V	b	α
1,260	0,8	1,133	0,640	1,6	0,897	0,480.	2,2	0,886
1,000	1,0	1,000	0,5/75	1,8	0,889	0,444	2,4	0,887
0,837	1,2	0,941	0,5523	2,0	0,886	0,365	3,0	0,893
0,723	1,4	0,911						

Вероятность безотказной работы крановых колес в течение 1,5 лет определяем по формуле

$$P(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} = e^{-\left(\frac{1,5}{2,022}\right)^{2,7}} = 0,64.$$

Ответ: вероятность безотказной работы крановых колес в течение 1,5 лет составляет $P(t) = 0,64$.

Задача 5. Определить статистическую вероятность безотказной работы крановых канатов $P(t)$ за время $t = 1,5$ мес. по результатам наблюдений, представленным в виде упорядоченного (вариационного) ряда: 1; 1,2; 1,9; 2,4; 2,8; 3,0; 3,5; 3,6; 3,9; 4,1; 4,4; 4,5; 5,1 и 5,6 мес.

Решение

Вероятность безотказной работы определим по формуле

$$P(t) = \frac{(N-r)}{N} = \frac{(14-2)}{14} = 0,86,$$

где N – общее число наблюдаемых объектов, $N = 14$;

r – число объектов, отказавших за время $t = 1,5$ мес., $r = 2$.

Ответ: вероятность безотказной работы крановых канатов в течение 1,5 мес. составляет $P(t) = 0,86$.

Задача 6. Определить среднюю наработку \hat{T}_1 до отказа невосстанавливаемых объектов – крановых канатов по данным задачи 5.

Решение

Среднюю наработку определим по формуле

$$\hat{T}_1 = \frac{\sum t_i}{N} = \frac{(1 + 1,2 + 1,9 + \dots + 5,6)}{14} = 3,36 \text{ мес.}$$

Ответ: средняя наработка канатов составит $\hat{T}_1 = 3,36$ мес.

Задача 7. Определить наработку \hat{T}_o на отказ восстанавливаемого объекта – тормоза механизма подъема по данным о параметрических отказах, представленных вариационным рядом: 2,1; 2,2; 2,5; 2,5; 2,8; 3,0; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,8; 4,2; 4,5; 4,9; 5 мес.

Решение

Наработку на отказ определим по формуле

$$\hat{T}_o = \frac{\sum t_i}{N} = \frac{(2,1 + 2,2 + 2,5 + \dots + 5)}{15} = 3,4 \text{ мес.}$$

Ответ: наработка на отказ тормоза механизма подъема составит $\hat{T}_o = 3,4$ мес.

Список литературы

- 1 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – Минск: ДИЭКОС, 2015. – 220 с.
- 2 Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учебное пособие / А. Н. Максименко [и др.]. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 302 с.: ил.
- 3 **Ивашков, И. И.** Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: учебник для вузов / И. И. Ивашков. – Москва: Машиностроение, 1991. – 400 с.: ил.
- 4 **Галай, Э. И.** Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: учебник для вузов / Э. И. Галай. – Москва: Машиностроение, 1991. – 371 с.: ил.