

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета



Надежность технических систем и техногенный риск

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экологии и защиты в чрезвычайных ситуациях**

Учебный план **b200301_25_1 тб_зчс.rlx**
Направление 20.03.01 - РФ, 760300 - КР Техносферная безопасность
Профиль "Защита в чрезвычайных ситуациях"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **180**
в том числе:
аудиторные занятия **64**
самостоятельная работа **84**
31,7

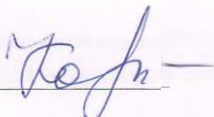
Виды контроля в семестрах:
экзамен **5**
контрольная работа **5**
расчетно-графическая работа **5**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	15 2/6			
Вид занятий	УП	УП	УП	УП
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64,3	64,3	64,3	64,
Сам. работа	84	84	84	84
Часы на контроль	31,7	31,7	31,7	31,
Итого	180	180	180	180

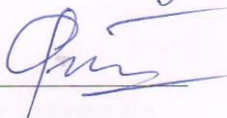
Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Кадыралиева Кулсаан Оморовна



Рецензент(ы):

к.т.н., доцент, Рыспаев Жуман Арпачиевич



Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680)

составлена на основании учебного плана:

Направление 20.03.01 - РФ, 760300 - КР Техносферная безопасность

Профиль "Защита в чрезвычайных ситуациях"

утвержденного учёным советом вуза от 30.08.2025 протокол № 13

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 05.09.2025 г. № 1

Срок действия программы: 2025-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Мамбетов Эрик Мунайтбасович зав.кафедры, доцент, кандидат технических наук



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Дисциплина изучается с целью подготовки бакалавров, способных прогнозировать, оценивать, устранять причины отказов технических систем и обеспечивать надежность их функционирования.
1.2	Задачи дисциплины заключаются в формировании умений и навыков по:
1.3	- анализу показателей надежности технических систем;
1.4	- анализу опасности и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:Б1.В.01	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Пожары и катастрофы,
2.1.2	Спасательная техника и базовые машины
2.1.3	Устойчивость природных и техногенных объектов и объектов экономики
2.1.5	Система связи и оповещение
2.1.7	Физика
2.1.8	Организация и ведение спасательных работ
2.1.9	Высшая математика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Пожарная безопасность технологических процессов
2.2.2	Управление техносферной безопасностью
2.2.3	Управление устойчивости функционирования объектов
2.2.4	Основы сейсмической защиты зданий и сооружений
2.2.5	Обследование зданий и сооружений на сейсмоустойчивость и сейсмостойкость
2.2.6	Мониторинг и предупреждение в чрезвычайных ситуациях
2.2.7	Мониторинг состояния окружающей среды
2.2.8	Инженерно-технические сооружения
2.2.9	Основы исследования инженерно-технических сооружений

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОК-15: готовностью пользоваться основными методами производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Знать:

Уровень 1	- о перспективах научных исследований, передовом опыте решения проблем надежности технических систем и техногенного риска;
Уровень 2	- показатели надежности технических систем;
Уровень 3	- методы расчетов технических систем на надежность;

Уметь:

Уровень 1	- применять полученные знания в практической деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
Уровень 2	- разрабатывать сценарии техногенных чрезвычайных ситуаций, проводить анализ путем построения «дерева отказов», «дерева событий»; и нахождения аварийного события;
Уровень 3	- производить количественную оценку показателей надежности и уровней техногенного риска.

Владеть:

Уровень 1	- способность оценивать надежность технических систем, разрабатывать и организовывать проведение мероприятий по предупреждению техногенного риска.
Уровень 2	- способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;
Уровень 3	- способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности;

ПК-10: способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях

Знать:	
Уровень 1	- виды техногенных рисков и их расчет.
Уровень 2	- показатели надежности технических систем;
Уровень 3	- чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;
Уметь:	
Уровень 1	- принимать решения;
Уровень 2	- ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности;
Уровень 3	- разрабатывать сценарии техногенных чрезвычайных ситуаций, проводить анализ путем построения «дерева отказов», «дерева событий»; и нахождения аварийного события;
Владеть:	
Уровень 1	- решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива;
Уровень 2	- обрабатывать полученные данные;
Уровень 3	- способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- методы оценки и способы снижения пожарных рисков, методику оценки пожарного риска на производственных объектах; принципы обеспечения надежности систем противопожарного водоснабжения;
3.2	Уметь:
3.2.1	- проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем; применять методы оценки и способы снижения пожарных рисков; применять методы анализа пожарной опасности технологических процессов и оценки пожарного риска производственных объектов для разработки противопожарных мероприятий;
3.3	Владеть:
3.3.1	- методами оценки выхода из строя деталей при эксплуатации;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Техническая система и её элементы						
1.1	Понятие техносферы, техники и технической системы /Лек/	7	3	ОК-15 ПК- 10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	0	
1.2	Законы распределения, используемые в теории Надёжности /Пр/	7	6	ОК-15 ПК- 10	Л1.1 Л1.3 Л2.4	2	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций). Нормальные распределения С.В
1.3	Качественные показатели надёжности и эффективности /Ср/	7	0	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.2 Л1.5 Л2.3	0	
1.4	Основные понятия надёжности. Классификация отказов. Составляющие надёжности /Лек/	7	3	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.6 Л2.2	0	
1.5	Теория вероятностей в математических расчетах надёжности технических систем /Пр/	7	6	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л2.4 Л2.3 Л3.3	2	Метод мозговой атаки. Достичь взаимоприемлемого решения в расчетах Н.Т.С
1.6	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов /Ср/	7	10	ОК-15 ПК- 10		0	

1.7	Надежность технических систем /Лек/	7	3	ОК-15 ПК- 10	Л1.7 Л1.4 Л1.5 Л2.3	2	Дискуссия. Коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации)долговечность, срок службы технических систем
1.8	Математические зависимости для оценки надежности технических систем /Пр/	7	4	ОК-15 ПК- 10	Л1.5 Л2.4	2	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций).Оценка надежности
1.9	Показатели надежности восстанавливаемых объектов /Ср/	7	10	ОК-15 ПК- 10	Л1.6	0	
	Расчет показателей надежности технических систем /Лек/	7	3	ОК-15 ПК- 10	Л1.7 Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1	0	
	Оценка безопасности технических систем /Пр/	7	6	ОК-15 ПК- 10	Л1.3 Л1.2 Л1.1 Л2.3	0	
	Логико-графические методы анализа надёжности	7	2	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л2.4 Л2.3 Л3.3		
2.1	Раздел 2. Техногенный риск и его анализ						
	Основы теории и практики техногенного риска /Лек/	7	3	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.1 Л1.3 Л2.2 Л3.2	0	
2.3	Общий подход к анализу риска. Анализ последствий отказов. Анализ опасностей. Причинно-следственный анализ опасностей и другие методы анализа. Подсистемы И-ИЛИ. ИЛИ-И. Оценка и расчет риска. /Ср/	7	10	ОК-15 ПК- 10	Л1.2 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Л2.2	0	
2.4	Качественные методы анализа риска /Пр/	7	2	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л2.4 Л2.3 Л3.3	2	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций). Оценка риска
	Количественная оценка риска, приемлемый риск. Управление риском /Лек/	7	2	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л2.4 Л2.3 Л3.3	0	
2.6	Правовые основы анализа риска и управления промышленной безопасностью /Ср/	7	10	ОК-15 ПК-10	Л1.2 Л1.4 Л2.3 Л3.2	0	
2.8	Расчет показателей надежности пожарного оборудования. /Пр/	7	4	ОК-15 ПК-10		0	
2.9	«Производственная и пожарная автоматика» /Ср/	7	10	ОК-15 ПК-10	Л1.3 Л2.4	0	
2.10	Расчет вероятности риска тушения пожаров /Пр/	7	0			0	

2.11	Снижение техногенного риска объектов экономики /Ср/	7	7	ОК-15 ПК- 10	Л1.4 Л1.7 Л2.4 Л2.3 Л3.3	0	
2.12	Расчет вероятности ЧП с использованием дерева отказов. /Пр/	7	4			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение техно сфере, технике, технической системе.
2. Понятие опасности. Аксиомы потенциальной опасности технических систем.
3. Качественные показатели надежности и эффективности систем.
4. Понятие о качестве технической системы и его составляющих
5. Законы распределения, используемые в теории надежности
6. Перечислить показатели безотказности.
7. Перечислить показатели долговечности.
8. Дать определение неремонтируемого изделия.
9. Дать определение ремонтируемого изделия.
10. В каком случае применим закон распределения Пуассона?
11. В каком случае применим экспоненциальный закон распределения?
12. В каком случае применим нормальный закон распределения?
13. Дать определение интенсивности отказов.
14. Дать определение математическому ожиданию.
15. Понятие надёжности как свойства объекта.
16. Следствия основных теорем теории вероятностей. Схема Бернулли.
17. В чём общность и отличия состояний «исправность» и «работоспособность» объекта.
18. Определение предельного состояния объекта. При каких условиях оно наступает.
19. Объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния.
20. Отказы по типу и природе происхождения.
21. Перечислите основные признаки классификации отказов.
22. Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надёжности.
23. Перечислите и поясните показатели долговечности.
24. Дать определение статистической интенсивности отказов.
25. Дать определение среднему времени безотказной работы.
26. Дать определение средней наработке до отказа.
27. Дать понятие среднему времени жизни изделия.
28. Дать определение коэффициента оперативной готовности.
29. Дать определение безотказности.
30. Дать понятие коэффициента технического использования.
31. Уравнение связи показателей надёжности
32. Показатели надёжности технической системы, состоящей из независимых элементов.
33. Дать определение сложной системе.
34. Что такое элемент сложной системы
35. Перечислить факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность сложной системы.
36. Дать понятие резервированию элементов системы.
37. Дать понятие системе с последовательным соединением элементов.
38. Дать понятие системе с параллельным соединением элементов.
39. Дать понятие системы с параллельно-последовательным соединением элементов.
40. Что такое холодное резервирование?
41. Что такое горячее резервирование?
42. Привести пример структурной схемы надёжности с параллельно-последовательным соединением элементов, формула надёжности.
43. Привести пример структурной схемы надёжности с поканальным резервированием, формула надёжности.
44. Привести пример структурной схемы надёжности с поэлементным резервированием, формула надёжности.
45. Критерии безопасности технических систем (вероятность безотказной работы, интенсивность риска аварийной ситуации).
46. Дать понятие дедуктивного анализа «дерева отказов». 5. Качественная и количественная оценка «дерева отказов»
47. Аналитический вывод для простых схем дерева отказов
48. Причислить достоинства и недостатки метода «дерева отказов».
49. Понятие техногенного риска.
50. Методология анализа и оценки риска, определения
51. Математическая интерпретация риска.
52. Виды риска и основные методы его анализа.
53. Что такое идентификация опасностей?
54. Что включает в себя анализ опасностей?
55. Что такое предварительный анализ опасностей (ПАО)
56. Содержание анализа последствий отказов (АПО).
57. Классификация отказов.
58. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений.

59. Дать определение отказу с пренебрежительно малыми последствиями.
60. Количественный анализ риска сложных систем.
61. Критерии приемлемого риска
62. Абсолютный риск, оценка приемлемого уровня абсолютного риска.
63. Понятие «управление риском», этапы управления риском.
64. Применение теории риска в технических системах.
65. Государственный надзор и контроль за промышленной безопасностью
5.2. Темы курсовых работ (проектов)
1. Аналитический вывод для простых схем дерева отказов.
2. Дерево с повторяющимися событиями, вероятностная оценка дерева отказов.
3. Преимущества и недостатки метода дерева отказов.
4. Методы обеспечения надежности сложных систем.
5. Конструктивные способы обеспечения надежности.
6. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления.
7. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
8. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации.
9. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
10. Основы теории и практики техногенного риска.
11. Техногенный риск.
12. Методология анализа и оценки риска.
13. Качественные методы анализа риска.
14. Количественная оценка риска.
15. Критерии приемлемого риска.
16. Управление риском.
17. Применение теории риска в технических системах.
18. Анализ и оценка риска при декларировании безопасности производственного объекта.
19. Оценка риска аварий.
20. Логико-графические методы анализа надежности и риска.
5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Устный опрос. Перечень вопросов согласно по тематике раздела.
5.4. Перечень видов оценочных средств
Тесты.
Контрольная работа.
Экзамен (билетная система)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛП.1	Ордобаев Б.С., Сеитов Б.М., Кадыралиева К.О., Рыспаев Дж.А.	Надежность технических систем. Техногенный риск: Учебное пособие	Бишкек: КРСУ 2016
ЛП.2	Глазунов В.И.	Надежность системы водитель - автомобиль - дорога - среда: Учебник	Бишкек: Изд-во КРСУ 2015
ЛП.3	Шишмарев В.Ю.	Надежность технических систем.: Учебник для студентов ВУЗов	Электронно-библиотечный ресурс 2010
ЛП.4	Матвеевский В.Р.	Надежность технических систем: Учебное пособие	М.: Московский государственный институт электроники и математики 2002
ЛП.5	Вахвахов Г.Г.	Энергосбережение и надежность вентиляторных установок: научное издание	М.: Стройиздат 1989
ЛП.7	Кемпинский М.М.	Точность и надежность измерительных приборов. (Расчет и экспериментальная оценка): научно-популярная литература	Л.: Машиностроение 1972
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛП.1	Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И.	Безопасность и надежность технических систем: Учебное пособие	М.: Университетская книга 2008

Л2.2	Рябинин И. А.	Надежность и безопасность структурно-сложных систем	Издательство Санкт-Петербургского университета 2007
Л2.3	Кострин А.И., Шеряков В.Ф.	Эксплуатационная надежность зданий и сооружений: учебное пособие	СПб.: ОАО "Издательство "Стройиздат СПб" 2004
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.4	Материалы международной научно-технической конференции	Перенапряжения и надежность эксплуатации электрооборудования. Вып. 3: Материалы международной научно-технической конференции 5 апреля-9 апреля 2004 г., Минск	СПб.: Изд-во ПЭИПК 2004

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Е.С. Суворова	Надежность и долговечность изделий из органокомпозитов с учетом ползучести	Бишкек: Изд-во КРСУ 2015
Л3.2	К. Капур, Л. Ламберсон; Пер. с англ. Е.Г. Коваленко; Под ред. И.А. Ушакова	Надежность и проектирование систем	- М.: Московский государственный институт электроники и математики 2002

6.2. Перечень ресурсов информационно-коммуникационные сети «Интернет»

Э1	ЦЕЛЕВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА "Единая государственная система прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций" (утверждена постановлением Правительства КР от 11 сентября 2006 года N 650) 43 148 байт ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА КР от 7 августа 2012 года N 553 "Об одобрении Национального доклада о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2006-2011 годы" КЛАССИФИКАЦИЯ чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки в Кыргызской Республике (утверждена постановлением Правительства КР от 17 ноября 2011 года N 733) СТРАТЕГИЯ комплексной безопасности населения и территорий Кыргызской Республики в чрезвычайных и кризисных ситуациях до 2020 года (утверждена постановлением Правительства КР от 2 июня 2012 года N 357) ПАКЕТ МЕР по охране окружающей среды, предотвращению стихийных бедствий и ликвидации их последствий, организации мероприятий при чрезвычайных ситуациях в сельской местности Кыргызской Республики до 2010 года (утвержден постановлением Правительства КР от 29 января 2005 года N 41) Другие законодательные документы Кыргызской Республики	toktom.kg
Э2	Последствия стихийных бедствий	kataklizmic.narod.ru
Э3	Электронные версии книг издательства «Лань» и другие ведущие издательства учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.	http://e.lanbook.com
Э4	Социально-экономические последствия ЧС	http://ohrana-bgd.ru/bgdobsh/bgdobsh1_2
Э5	Математическое моделирование в чрезвычайных ситуациях. Оценки и анализ риска возникновения чрезвычайной ситуации.	http://www.mathprofi.ru/teorija_verojatnostei.html
Э6	Применение информационных технологий при моделировании процессов в чрезвычайных ситуациях	http://stud.wiki/programming/2c0b65635b2bc79b4d53a8
Э7	ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ В MS EXCEL	https://leksi.org/10-4087.html
Э8	РАМОЧНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	http://konesh.ru/5-ramochnaya-metodika-

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Традиционные образовательные технологии - лекции, практические и лабораторные занятия.
6.3.1.2	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышление и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся электронные тексты лекций с презентациями, дискуссии, круглый стол, работа в малых группах, мозговой штурм и анализ ситуаций по заданной теме, сопоставление решений, принятых при различных подходах к поставленной проблеме.
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	Электронная библиотека при Учебно-научном техническом центре «Развитие гражданской защиты» Кулатова 11.
6.3.2.2	http://www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.3	www.elibrary.ru - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
6.3.2.4	http://www.public.ru - Интернет-библиотека предлагает широкий спектр информационных услуг: от доступа к электронным архивам публикаций русскоязычных СМИ и готовых тематических обзоров прессы до индивидуального мониторинга и эксклюзивных аналитических исследований, выполненных по материалам печати.
6.3.2.5	http://e.lanbook.com - Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
6.3.2.6	http://scientbook.com - Свободная информационная площадка научного общения. Инструмент коммуникации, поиска людей и научных знаний.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	При изучении основных разделов дисциплины используются учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в библиотеке и разработанная на кафедре. Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория 409 с мультимедийным обеспечением (компьютер, проектор, звуковое сопровождение). В аудитории 305 и 412, имеются компьютеры с программным обеспечением и выходом в Интернет, где проводятся практические занятия, консультации по написанию рефератов и самостоятельной работе.
7.2	Технические средства, специальная техника, оборудование, инструмент и снаряжения подразделений МЧС КР (Договор о творческом сотрудничестве между Министерством чрезвычайных ситуаций и Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования КРСУ)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологическая карта дисциплины приведена в Приложении 2

Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы

Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.

Промежуточный контроль - завершённая задокументированная часть учебной дисциплины (зачет с оц.) – совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

При явке на зачёт студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале зачета.

Преподавателю предоставляется право поставить зачёт без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроль.

На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета. Оценка промежуточного контроля:

min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)

20-25 баллов – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)

25-30 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.

При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой. Теоретический материал становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги. При усвоении теоретического материала рекомендуется использовать основную литературу из предлагаемого списка и конспект. Для лучшего понимания материала и самопроверки знаний полезно ответить на вопросы к лекциям и тестам по данной теме.

При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что в нем требуется, какие задачи нужно решить, наметить план решения.

Для подготовки к практическим, лабораторным занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания, конспекты и тезисы лекций (Приложение 4). При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем провести анализ и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать:

- Лекции преподавателя
- Глоссарий
- Учебники, учебные пособия и Методические указания, рекомендуемые РПД.

При подготовке к промежуточному и рубежному контролю нужно изучить теорию, терминологию, основные подходы к освещению конкретной темы

Приложение 1

Примеры контрольных работ для письменного решения задач к промежуточному контролю по дисциплине

«Надежность технических систем и техногенный риск»

Пример 1. Нарботка на отказ очистного комбайна подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Найти вероятность безотказной работы за время $t = 100 \text{ ч}$.
Определить математическое ожидание наработки на отказ.

Р е ш е н и е. Для определения вероятности безотказной работы воспользуемся формулой (1), в соответствии с которой

$$P(t) = \exp(-\lambda t) = \exp(-3 \cdot 10^{-4} \cdot 100) = 0,998.$$

Математическое ожидание наработки на отказ равно

$$Mx = 1/\lambda = 1 / 3 \cdot 10^{-4} = 3,33 \cdot 10^3.$$

Пример 2. Определить вероятность безотказной работы $P(t)$ в течение $t = 2 \cdot 10^4 \text{ ч}$ подшипника скольжения, если ресурс по износу подчиняется нормальному закону распределения с параметрами

$$Mt = 4 \cdot 10^4 \text{ ч}, \sigma = 10^4 \text{ ч}.$$

Р е ш е н и е. Находим квантиль

$$t - Mt$$

$$u_p = (2 \cdot 10^4 - 4 \cdot 10^4) / 10^4 = -2.$$

Пример 3. Пусть случайная величина X представляет собой предел текучести стали. Опытные данные показывают, что предел текучести имеет нормальное распределение с параметрами $M = 650 \text{ МПа}$, $\sigma = 30 \text{ МПа}$. Найти вероятность того, что полученная плавка стали имеет предел текучести в интервале 600 — 670 МПа.

Р е ш е н и е. Для определения вероятности воспользуемся формулой (1)

$$P(600 < X < 670) = \Phi((670 - 650)/30) - \Phi((600 - 650)/30) = 0,697.$$

$$\text{Ответ: } P(X) = 0,697.$$

Приложение 2

Технологическая дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» Курс 4, семестр 7. Количество ЗЗ – 7. Ответность – зачет с оценкой

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Модуль 1. Основные понятия надежности, составляющие надежности	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	10	15	7 неделя
	Рубежный контроль	Тест	5	10	
Модуль 2					
Модуль 2. Методы вычисления вероятности отказа	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	10	15	9 неделя
	Рубежный контроль	Контрольная работа	5	10	
Модуль 3					
Модуль 3 Техногенный риск	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	5	15	10 неделя
	Рубежный контроль	Тест	5	10	
ВСЕГО за семестр			40	70	17
Промежуточный контроль (Зачет с оценкой)		Устный опрос, письменное решение задачи	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Приложение 3

ГЛОССАРИЙ

Аксиоматический метод – метод, заключающийся и следующем. Мыслится некоторая система объектов (чисел, точек, линий, плоскостей) и некоторая система отношений между ними. Эта система отношений принята за аксиомы, к которым сводится любая теорема теории посредством формализованных правил вывода, т.е. теорема доказывается .

Активное резервирование – такое построение структуры изделия, что при появлении отказа она перестраивается (при этом требуется время на перестройку), и изделие восстанавливает свою работоспособность .

Безотказность – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного промежутка времени.

Вероятность безотказной работы (ВБР) за заданное время t или функция надежности, – функция, обратная по отношению к функции распределения $R(t) = 1 - F(t)$.

Виды испытаний – разновидности испытаний изделий, отличающиеся организационными признаками их проведения, а именно: уровнем (государственные, межведомственные, ведомственные), этапами разработки (предварительные, приемочные), назначением испытаний готовой продукции (квалификационные, приемосдаточные, периодические, типовые и т.д.). Объединяются в категории испытаний .

Восстанавливаемые технические системы – системы, в которых возникающие в процессе эксплуатации отказы устраняют при ремонте .

Горячее резервирование – такой вид резервирования, когда не допускается перерыв в работе системы на переключение отказавшего элемента на резервный.

Деградиционные отказы – отказы, обусловленные изменениями параметров изделия. Они являются, как правило, частичными и во времени развиваются постепенно. .

Дискурсивный подход – подход, связанный с использованием естественных языков (букв и слов или их кодовых эквивалентов: знаков, символов, условных обозначений, чисел), понятий психологии (например, понятий "потребность", "эмоция") .

Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, при котором его дальнейшее использование или восстановление нецелесообразно.

Закон распределения – закономерность, выраженная в виде функции распределения, плотности распределения или функции надежности. Является наиболее полной характеристикой надежности сложной системы.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ – равна изменению числа функционирующих изделий в единицу времени,

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{сп}}(\Delta t)}$$

отнесенному к числу изделий, исправных к моменту времени V .

Испытания изделий – это группа операций, имитирующих реальные или экстремальные условия эксплуатации с целью выявления потенциально ненадежных изделий.

Катастрофические отказы – это обычно полные и внезапные отказы. К ним относятся, например, короткие замыкания и обрывы .

Категория испытаний – вид испытаний, характеризуемый организационным признаком их проведения и принятием решений по результатам оценки объекта в целом .

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Качество определяется как степень совершенства изделий, отвечающая требованиям, определяемым запросами потребителей .

Ключевая вероятностная характеристика надежности – характеристика, определяемая функциями распределения параметров и показателей, характеризующих надежность. Исходными данными для ее оценки выступают эмпирические значения $x_1, \dots, x_N$ параметров (показателей) надежности, или выборка случайных величин .

Контролепригодность – свойство изделия обеспечивать достоверную оценку его технического состояния и осуществлять раннее обнаружение неисправностей и отказов.

Коэффициент готовности (K_g) – вероятность того, что изделие будет работоспособно в произвольный момент времени, кроме периодов выполнения планового технического обслуживания, когда применение изделия по назначению исключено .

Коэффициент технического использования – представляет собой отношение наработки изделия в единицах времени за некоторый период эксплуатации к сумме этой наработки и времени всех простоев, обусловленных устранением отказов, техническим обслуживанием и ремонтами за этот период

. **Механизмы отказов** – это физико-химические процессы, которые при воздействии на приборы эксплуатационных или испытательных нагрузок создают условия, в которых наличие дефектов приводит к отказам. Другими словами, под механизмами отказов понимаются микроскопические процессы изменений, ведущие к отказу изделия.

Модели надежности – модели, устанавливающие связь между подсистемами (или элементами системы) и их влиянием на работу всей системы.

Молекулярно-кинетический подход – подход, преимущественно связывающий макроскопические свойства системы с описанием ее молекулярной структуры.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность – это свойство изделия (в том числе аппаратуры) выполнять свои функции в определенных условиях эксплуатации при сохранении значений основных параметров в установленных пределах в течение заданного промежутка времени. **Наработка на отказ** – длительность, измеряемая в часах непрерывной или суммарной периодической работы изделия (прибора) в допустимом электрическом режиме.

Наработка на отказ ремонтируемого объекта mt – отношение наработки ремонтируемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки. Если наработка выражается в единицах времени, то может применяться термин "среднее время безотказной работы".

Невосстанавливаемый элемент – такой, который после работы до первого отказа заменяют на такой же элемент, так как его восстановление в условиях эксплуатации невозможно.

Нормативный подход – подход, состоящий в определении наиболее эффективного (оптимального) пути достижения конкретной цели.

Объект (технического) диагностирования – изделие и его составные части или заготовки, техническое состояние которых подлежит определению.

Отказ – случайное событие, приводящее к полной или частичной утрате работоспособности изделия.

Пассивное резервирование изделий – такое построение структуры изделия, что отказ одного или нескольких конструктивов не требует дополнительного времени на перестройку структуры изделия, поскольку все конструктивы соединены постоянно, т.е. изделие как бы мгновенно сопротивляется появлению отказов конструктивов.

Период нормальной эксплуатации – время, в течение которого интенсивность отказов практически постоянна. В течение этого времени отказы возникают примерно через одинаковые интервалы времени.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Проверка выдвинутой гипотезы о виде функции распределения – проверка, проводимая с помощью так называемых критериев согласия, из которых два наиболее используемых критерия: χ^2 и критерий Колмогорова.

Проверочные испытания – испытания, проводимые с целью проверки корректности предварительно выбранного режима ускоренных испытаний на безотказность.

Программа обеспечения надежности – документ, устанавливающий комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, методов, средств, правил, требований и норм, направленных на выполнение заданных в документации требований по надежности к изделию на всех стадиях жизненного цикла.

Резервирование – такое построение технических систем, что отказ системы возможен лишь в случае, когда отказывают все ее элементы. То есть система (устройство, изделие) исправна, если исправен хотя бы один ее элемент.

Резервирование замещением – частный случай активного резервирования, при котором функции основного (резервируемого) конструктива передаются резервному только после отказа основного конструктива.

Ремонтопригодность – свойство изделия, заключающееся в приспособленности его к ремонту и техническому обслуживанию.

Сбой – однократно возникающий самоустраняющийся отказ, перемежающийся – многократно возникающий сбой одного и того же характера.

Свойство продукции – объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Сложная система – объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы (компоненты), каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы.

Сохраняемость – свойство изделия непрерывно находиться в исправном состоянии при хранении или транспортировании.

Среднее время безотказной работы – время, определяемое средним значением срока службы отдельных изделий партии. Среднее время безотказной работы называют также средней наработкой на отказ.

Средний срок службы – интервал между начальным состоянием и моментом, когда откажет половина изделий, функционировавших к началу роста интенсивности отказов; он характеризует долговечность изделий.

Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации до наступления предельного состояния.

Статистическая интенсивность отказов $\lambda(t)$ – равна отношению числа отказов, происшедших в единицу времени, к общему числу неотказавших элементов к этому моменту времени.

Структурная надежность системы (устройства) – результирующая надежность системы (устройства) при заданной ее структуре и известных значениях надежности всех входящих в нее частей (блоков, ячеек, компонентов и т.д., т.е. конструктивов).

Структурная (эквивалентная) **схема надежности** (С(Э)СН), или просто ССН – это модель реального объекта, строящаяся на основе или с учетом, например, электрической схемы, топологии, типа паяных соединений, способа резервирования. Иначе говоря, ССН изделий – это обобщенная модель частных моделей (подмоделей) и значимых для надежности реальных частей изделия).

Техническая диагностика – отрасль знаний, исследующая техническое состояние объектов диагностирования, проявление множества их технических состояний, разрабатывающая методы их определения, а также принципы построения и организацию использования систем диагностирования. Другими словами, технической диагностикой называется наука о распознавании состояния технической системы.

Технический ресурс – наработка изделия (прибора) в часах от начала эксплуатации до наступления предельного состояния.

Технический уровень продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, определяющих совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми значениями.

Техническое обслуживание – совокупность мероприятий, которые служат поддержанию и восстановлению рабочих свойств систем.

Точечная оценка интенсивности отказов – оценка, осуществляемая по количеству наблюдаемых отказов за общее количество часов в конце периода наблюдения. Эта оценка получается из наблюдений за выборкой испытуемых изделий.

Уровень качества изготовления продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями.

Ускоренные испытания на безотказность и долговечность – испытания, при проведении которых предусматривают форсирование режимов, приводящее к интенсификации физико-химических процессов без изменения основных механизмов отказов. Ускоренные испытания изделий проводятся в форсированных режимах с последующей экстраполяцией полученных результатов к условиям испытаний при нормальных нагрузках.

Феноменологический подход – эмпирический подход, описывающий состояние системы на основании измеримых макроскопических параметров.

Физико-статистические методы – методы оценки показателей надежности изделий понимают методы, базирующиеся на использовании понятий физики и математической статистики.

Функция надежности – функция, характеризующая вероятность безотказной работы за заданное время t .

Характеристики отказов – время появления отказов, скорость изменения параметров (характеристик) изделия и др. Они могут быть представлены в виде множеств (неупорядоченных, упорядоченных).

Холодное резервирование – такой вид резервирования, когда предусмотрено время на переключение отказавшего элемента на резервный.

Эксплуатационная надежность – надежность объекта при эксплуатации с учетом профиля внешних воздействующих факторов, т.е. воздействия факторов окружающей среды.

Приложение 4

ТЕЗИСЫ ОСНОВНЫХ ЛЕКЦИЙ**Лекция 1****Раздел 1. Техническая система и её элементы**

Понятие техносферы, техники и технической системы

Техносфера — часть биосферы, коренным образом преобразованная

человеком в технические и техногенные объекты (механизмы, здания, сооружения, горные выработки, дороги и т.д.) с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человека. Таким образом, в преобразовании участвуют техника, технические системы и используемая технология.

Технической системой называют упорядоченную совокупность элементов, которые находятся в определенных связях друг с другом и образуют целостность, единство. Эксплуатации военной техники, где используется и обращается мощные источники энергии, высокотоксичные и агрессивные вещества. Основными причинами крупных техногенных аварий являются:

- отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации;
- ошибочные действия операторов технических систем;
- концентрации различных производств в промышленных зонах;
- высокий энергетический уровень технических систем;
- внешние негативные воздействия на объекты энергетики, транспорта и др.

Оценки и обеспечение надежности и безопасности технических систем -

одна из важнейших проблем в современной технике и экономике.

Понятие опасности.

Опасность — следствие действия некоторых негативных (вредных и опасных) факторов на определенный объект (предмет) воздействия. При несоответствии характеристик воздействующих факторов характеристикам объекта (предмета) воздействия и появляется феномен опасности.

Процесс развития опасности:

- нарушение технологического процесса, допустимых пределов эксплуатации, условий содержания и т. п.;
- накопление, образование поражающих факторов, приводящих к аварии технических систем;
- разрушение конструкции;
- выброс, образование поражающих факторов;
- воздействие (взаимодействие) поражающих факторов с объектом воздействия (с окружающей природной средой, человеком, объектами техносферы и пр.);
- реакция на поражающее воздействие.

Каждому такому событию можно приписать частный показатель в виде вероятности события:

- вероятность отказа технической системы;
- вероятность аварийного исхода;
- вероятность образования поражающих факторов;
 - вероятность поражения объектов воздействия;
- вероятность вторичных поражающих факторов;
 - вероятность воздействия;
 - вероятность поражения.

Пороговый уровень опасности — уровень опасности при котором организм человека способен компенсировать их негативное воздействие. Он заложен в ряд предельно допустимых значений — ПДУ (предельно допустимый уровень), ПДК (предельно допустимая концентрация) и др.

Элементы технических систем

Элементом технической системы является простейшая составная часть изделия, в задачах надёжности может состоять из многих деталей

Вопросы для самостоятельной работы:

Аксиомы потенциальной опасности технических систем

Показатели технических систем. Статическая система. Динамическая система

Связи между элементами технической системы

Лекция 2

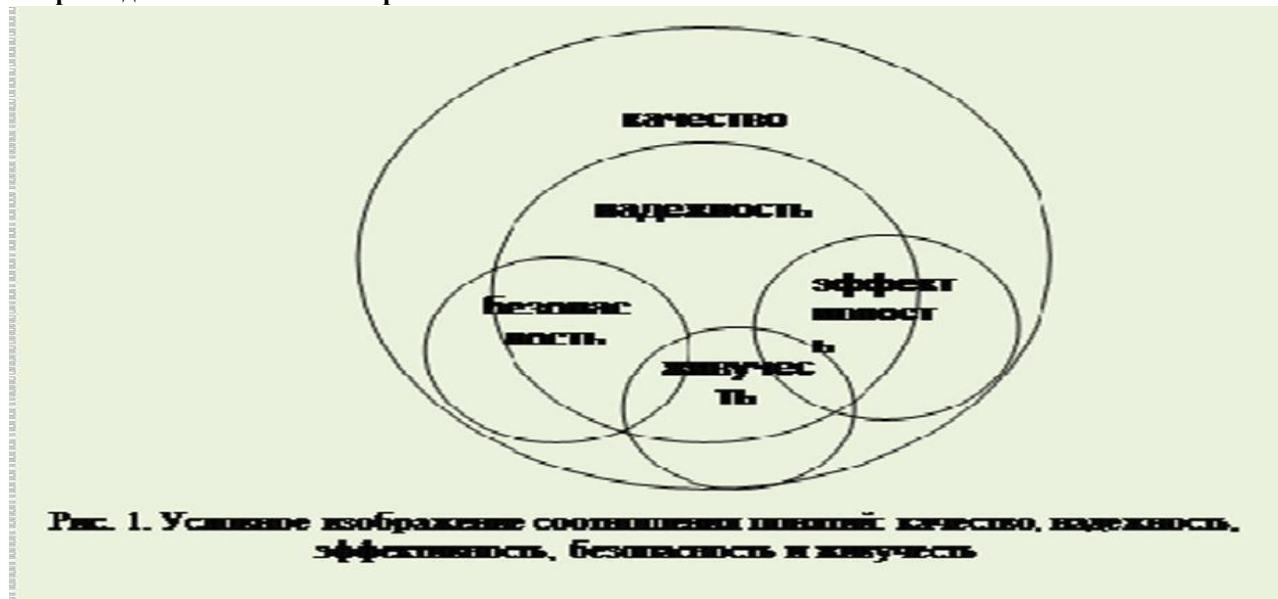
Качественные показатели надёжности и эффективности систем

Эффективность системы. Качество функционирования системы. Надёжность функционирования.

(прагматическая эффективность. специфическая (техническая, военная и т.д.) эффективность)

Понятие о качестве технической системы и его составляющих. Свойства точности функционирования. Безопасность. Эффективность работы технического устройства.

Вопросы для самостоятельной работы:



Соотношение обсуждаемых понятий изображено в виде взаимосвязанных областей на Рис. 1.
Занятия в интерактивном режиме (ауд.409).

Лекция 3

Законы распределения, используемые в теории надёжности

Закон распределения Пуассона. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения

Кривые плотности вероятности (а) и функции надежности (б) нормального распределения. Гамма-распределение

Задания для самостоятельной работы:

1. Случайная величина X распределена по нормальному закону и представляет собой ошибку измерения датчика давления. При измерении датчик имеет систематическую ошибку в сторону завышения на 0,5 МПа, среднее квадратическое отклонение ошибки измерения составляет 0,2 МПа.

Найти вероятность того, что отклонение измеряемого значения от истинного не превзойдет по абсолютной величине 0,7 МПа.

2. Пусть случайная величина X представляет собой предел текучести стали. Опытные данные показывают, что предел текучести имеет нормальное распределение с параметрами $M = 650$ МПа, $\sigma = 30$ МПа. Найти вероятность того, что полученная плавка стали имеет предел текучести в интервале 600 — 670 МПа

Лекция 4

Основные понятия надёжности. Классификация отказов. Составляющие надёжности.

Надёжность. Объект. Элемент. Исправность. Работоспособность. Предельное состояние Классификация и характеристики отказов. Основные признаки классификации отказов:

- характер возникновения; причина возникновения; характер устранения;
- последствия отказов; дальнейшее использование объекта; легкость обнаружения;
- время возникновения. Составляющие надёжности: - безотказность;
- долговечность; ремонтпригодность; сохраняемость. Основные показатели надёжности

Задания для самостоятельной работы: Определить срок службы объекта

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации (хранение, ремонт и т.п.) от её начала до наступления предельного состояния.

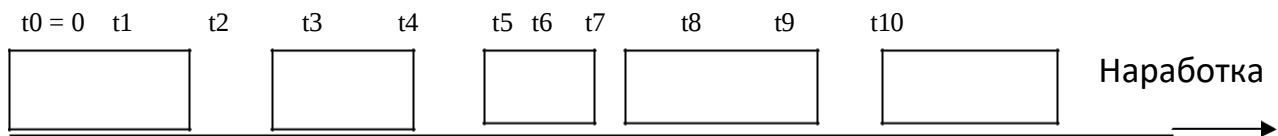
На рис. Приведена графическая интерпретация перечисленных показателей, при этом:

$t^0 = 0$ – начало эксплуатации;

t_1, t_5 – моменты отключения по технологическим причинам; t_2, t_4, t_6, t_8 – моменты включения объекта;

t_3, t_7 – моменты вывода объекта в ремонт, соответственно, средний и капитальный;

t_9 – момент прекращения эксплуатации; t_{10} – момент отказа объекта.



Технический ресурс (наработка до отказа).

$$TP = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_{10} - t_8).$$

Назначенный ресурс

$$TH = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_9 - t_8).$$

Лекция 5.

Теория вероятностей в математических расчетах надёжности технических систем

Основные понятия теории множеств. Аксиомы теории вероятностей

Основные правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формул Байеса (формула вероятностей гипотез)

Лекция 6

Показатели надежности невосстанавливаемых объектов

Показатели надежности невосстанавливаемого объекта (элемента)

Задания для самостоятельной работы:

Пример: На испытания поставлено $N = 100$ элементов. Испытания проводились в течение $t = 200$ ч. В процессе проведения испытаний отказало $n = 5$ элементов, при этом отказы зафиксированы в следующие моменты:

$t_1 = 50$ ч; $t_2 = 80$ ч; $t_3 = 90$ ч; $t_4 = 100$ ч; $t_5 = 150$ ч;

остальные элементы не отказали. Определить среднюю наработку до отказа T_0 .

Лекция 7

Показатели надежности восстанавливаемых объектов

Показатели надежности восстанавливаемого объекта (элемента)

Коэффициент технического использования. Уравнение связи показателей надёжности

Задания для самостоятельной работы:

Пример: Определить коэффициент готовности объекта (элемента), если известно, что среднее время восстановления одного отказа равно $T_{в} = 5$ ч, а среднее значение наработки на отказ составляет

$T_0 = 500$

Лекция 8

Теория вероятностей

Математические зависимости для оценки надежности технических систем.

Функциональные зависимости надежности.

Лекция 9

Надежность технических систем. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем. Распределение нормируемых показателей

надежности Задания для самостоятельной работы:

Пример: Пусть техническая система состоит из трех подсистем. Надежность каждой из них соответственно равна: $p_1 = 0,7$; $p_2 = 0,8$; $p_3 = 0,9$. Известно, что отказ любой одной подсистемы приводит к отказу системы в целом. Требуемое значение надежности системы равно $P_{тр} = 0,65$. Провести перераспределение норм надежности таким образом, чтобы произведение вероятностей трех подсистем соответствовало заданному требованию.

Лекция 10

Расчет показателей надежности технических систем Структурные модели надежности

сложных систем Структурная схема надежности системы с последовательным соединением

элементов Задания для самостоятельной работы:

Пример: Определить надежность транспортной системы при движении на заданное расстояние, если известны надежности следующих подсистем:

- системы зажигания $p_1 = 0,99$;
- системы питания топливом и смазкой $p_2 = 0,999$;
- системы охлаждения $p_3 = 0,998$;
- двигателя $p_4 = 0,985$;
- ходовой части $p_5 = 0,997$.

