

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 23.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Надежность технических систем и техногенный риск*

**Направление подготовки**

*20.03.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>6</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>3,6</b>	<b>0,35</b>	<b>35,95</b>	<b>36,4</b>	<b>Экз.(35,65)</b>
<b>Итого</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>3,6</b>	<b>0,35</b>	<b>35,95</b>	<b>36,4</b>	<b>35,65</b>

Муром, 2023 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление студентов с принципами решения различного рода задач, связанных с проблематикой определения или повышения надёжности технических систем, а также определения вероятностных характеристик наличия техногенного риска при эксплуатации данных систем.

Изучение дисциплины должно обеспечить формирование у студентов фундаментальной базы знаний, навыков и умений при составлении и выборе математических моделей надёжности объектов, в использовании анализа, синтеза и оптимизации надёжности, в решении вопросов технической диагностики и прогнозирования работоспособности объектов.

Основными обобщенными задачами дисциплины (компетенциями) являются:

приобретение понимания комплексности свойств надёжности технического объекта, сущности надёжности как способности выполнять заданные функции, причин аварийности на производстве, понимания допустимости риска;

овладение методами расчёта показателей надёжности для различных видов объектов, прогнозирования надёжности систем, определения и прогнозирования показателей риска;

формирование:

- практических навыков определения показателей надёжности с использованием различных математических законов распределения отказов;
- способностей проведения анализа вероятностей происшествий;
- видения путей снижения риска нежелательных событий при определении показателей безопасности функционирования различных технологических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины обеспечивает формирование знаний и умений специалиста в области практической компетентности при определении текущего состояния и прогнозировании безопасности объектов техносферной безопасности. Изучение курса «Надёжность технических систем и техногенный риск» базируется на цикле дисциплин: химии, физики, математики, экологии, механике и др.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;	ОПК-2.2 Применяет на практике основные принципы анализа и моделирования надёжности технических систем и определения приемлемого риска	знать критерии работоспособности и безотказности технических систем (ОПК-2.2) знать принципы определения показателей риска происшествий при реализации технологических процессов (ОПК-2.2) знать особенности оценки надёжности технических систем при различных режимах эксплуатации (ОПК-2.2) уметь оценивать работоспособность и безотказность технических систем (ОПК-2.2) уметь рассчитывать показатели риска (ОПК-2.2) уметь рассчитывать показатели надёжности технических систем (ОПК-2.2)	тест

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Системный подход к анализу надёжности и техногенного риска.	6	2							6	Тестирование
2	Основные понятия о надёжности.	6	2							4	Тестирование
3	Математические модели надёжности.	6	4	2						4	Тестирование
4	Прикладные задачи надёжности.	6	2	6						7	Тестирование
5	Системный анализ безопасности.	6	2							6	Тестирование
6	Оценка безопасности на основе теории риска.	6	2	4						4	Тестирование
7	Оценка безопасности производственной среды.	6	2	4						5,4	Тестирование
Всего за семестр		108	16	16				3,6	0,35	36,4	Экз.(35,65)
Итого		108	16	16				3,6	0,35	36,4	35,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 6

*Раздел 1. Введение. Системный подход к анализу надёжности и техногенного риска.*

##### Лекция 1.

Показатели безопасности систем «человек – машина-среда» (2 часа).

*Раздел 2. Основные понятия о надёжности.*

##### Лекция 2.

Основные понятия о надёжности (2 часа).

*Раздел 3. Математические модели надёжности.*

##### Лекция 3.

Математические модели надёжности (2 часа).

#### **Лекция 4.**

Методы статистической обработки результатов испытаний на надёжность и определение показателей безотказности (2 часа).

*Раздел 4. Прикладные задачи надёжности.*

#### **Лекция 5.**

Прикладные задачи надёжности (2 часа).

*Раздел 5. Системный анализ безопасности.*

#### **Лекция 6.**

Системный анализ безопасности (2 часа).

*Раздел 6. Оценка безопасности на основе теории риска.*

#### **Лекция 7.**

Оценка безопасности на основе теории риска (2 часа).

*Раздел 7. Оценка безопасности производственной среды.*

#### **Лекция 8.**

Оценка безопасности производственной среды (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 6**

*Раздел 3. Математические модели надёжности.*

#### **Практическое занятие 1**

Расчёт показателей надёжности при использовании статистических показателей (2 часа).

*Раздел 4. Прикладные задачи надёжности.*

#### **Практическое занятие 2**

Расчёт показателей надёжности при использовании различных законов распределения отказов (2 часа).

#### **Практическое занятие 3**

Расчёт показателей надёжности сложных систем (2 часа).

#### **Практическое занятие 4**

Расчёт показателей надёжности при использовании резервирования (2 часа).

*Раздел 6. Оценка безопасности на основе теории риска.*

#### **Практическое занятие 5**

Оценка риска происшествий в сложных системах (2 часа).

#### **Практическое занятие 6**

Оценка риска при прогнозировании аварий (2 часа).

*Раздел 7. Оценка безопасности производственной среды.*

#### **Практическое занятие 7**

Комплексная оценка риска с применением расчёта показателей надёжности (2 часа).

#### **Практическое занятие 8**

Комплексная оценка риска с применением расчёта показателей надёжности (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Системный подход к анализу надёжности и техногенного риска.
2. Элементы системы и системного анализа.
3. Система «человек—машина-среда».
4. Особенности, структура и классификация системы «человек—машина—среда».
5. Понятия и аппарат анализа опасностей.
6. Жизненный цикл системы и проблемы оценки надёжности.

7. Основные понятия о надёжности. Составляющие надёжности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
8. Основные показатели безотказности по ГОСТ 27.002: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа (статическое и вероятностное определения).
9. Математические модели надёжности. Методы статистической обработки результатов испытаний на надёжность и определение показателей безотказности.
10. Методы повышения надёжности систем с помощью резервирования и восстановления.
11. Виды резервирования. Выполнение структурного резервирования.
12. Диагностические признаки технического состояния системы. Методология диагностики.
13. Прогнозирование постепенных отказов.
14. Детерминированный и вероятностный подходы к оценке надёжности.
15. Системный анализ безопасности. Социально-экономические аспекты техногенной и экологической безопасности.
16. Факторы опасности. Безопасность технических систем.
17. Безотказность технического объекта.
18. Управление системой производственной безопасности.
19. Оценка безопасности на основе теории риска. Понятие риска. Классификация видов риска.
20. Методология анализа и оценки риска. Количественная оценка риска.
21. Критерии приемлемого риска. Оценка риска технической системы.
22. Оценка взрывоопасности технологических процессов и производств.
23. Оценка возникновения взрывопожароопасной ситуации в производственных зонах.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>7</b>	<b>108 / 3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>3</b>	<b>0,6</b>	<b>15,6</b>	<b>83,75</b>	<b>Экз.(8,65)</b>
<b>Итого</b>	<b>108 / 3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>3</b>	<b>0,6</b>	<b>15,6</b>	<b>83,75</b>	<b>8,65</b>

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Системный подход к анализу надёжности и техногенного риска.	7								13	Тестирование
2	Основные понятия о надёжности.	7	2							9	Тестирование
3	Математические модели надёжности.	7	2	2						10	Тестирование
4	Прикладные задачи надёжности.	7		4						13	Тестирование
5	Системный анализ безопасности.	7	2							13	Тестирование
6	Оценка безопасности на основе теории риска.	7								12	Тестирование
7	Оценка безопасности производственной среды.	7								13,75	Тестирование
Всего за семестр		108	6	6		+		3	0,6	83,75	Экз.(8,65)
Итого		108	6	6				3	0,6	83,75	8,65

## **4.2.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 7**

*Раздел 2. Основные понятия о надёжности.*

##### **Лекция 1.**

Основные понятия о надёжности (2 часа).

*Раздел 3. Математические модели надёжности.*

##### **Лекция 2.**

Математические модели надёжности (2 часа).

*Раздел 5. Системный анализ безопасности.*

##### **Лекция 3.**

Системный анализ безопасности (2 часа).

### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 7**

*Раздел 3. Математические модели надёжности.*

##### **Практическое занятие 1.**

Расчёт показателей надёжности при использовании статистических показателей (2 часа).

*Раздел 4. Прикладные задачи надёжности.*

##### **Практическое занятие 2.**

Расчёт показателей надёжности при использовании различных законов распределения отказов (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Расчёт показателей надёжности сложных систем (2 часа).

### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Системный подход к анализу надёжности и техногенного риска.
2. Элементы системы и системного анализа.
3. Система «человек—машина-среда».
4. Особенности, структура и классификация системы «человек—машина—среда».
5. Показатели безопасности систем «человек – машина-среда».
6. Понятия и аппарат анализа опасностей.
7. Жизненный цикл системы и проблемы оценки надёжности.
8. Основные понятия о надёжности. Составляющие надёжности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
9. Основные показатели безотказности по ГОСТ 27.002: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа (статическое и вероятностное определения).
10. Математические модели надёжности. Методы статистической обработки результатов испытаний на надёжность и определение показателей безотказности.
11. Прикладные задачи надёжности.
12. Методы повышения надёжности систем с помощью резервирования и восстановления.
13. Виды резервирования. Выполнение структурного резервирования.
14. Диагностические признаки технического состояния системы. Методология диагностики.
15. Прогнозирование постепенных отказов.

16. Детерминированный и вероятностный подходы к оценке надежности.
  17. Системный анализ безопасности. Социально-экономические аспекты техногенной и экологической безопасности.
  18. Факторы опасности. Безопасность технических систем.
  19. Безотказность технического объекта. Управление системой производственной безопасности.
  20. Оценка безопасности на основе теории риска.
  21. Понятие риска. Классификация видов риска.
  22. Методология анализа и оценки риска. Количественная оценка риска.
  23. Критерии приемлемого риска. Оценка риска технической системы.
  24. Оценка безопасности производственной среды.
  25. Оценка взрывоопасности технологических процессов и производств.
  26. Оценка возникновения взрывопожароопасной ситуации в производственных зонах.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы.

Контрольная работа представляет собой самостоятельно осуществлённое рассмотрение вопросов, связанных с основными расчётно-компетентностными проблемами, входящими в круг задач, решаемых специалистом в области обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Работа заключается в подготовке развёрнутого ответа на теоретический вопрос, а также решения задачи, включающей определение показателей надёжности рассматриваемой технической системы и оценки возможного риска от возникновения отказа или нештатной аварийной ситуации.

- 1 Теоретическая часть.
  1. Система «человек-машина-среда». Классификация систем ЧМС.
  2. Понятие технической системы, подсистемы и надсистемы. Описание свойств ТС.
- Формализованное описание ТС.
3. Понятие жизненного цикла технической системы. Основные циклы развития ТС.
  4. Основные положения ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Основные группы жизненных циклов ТС по ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005.
  5. Организация обратной связи при разработке мероприятий по повышению надёжности ТС. Понятия «верификация», «валидация», «утилизация» применительно к жизненным циклам ТС.
  6. Смысл и пути решения проблемы обеспечения надёжности ТС на этапах жизненного цикла.
  7. Основные определения, характеризующие понятие «надёжность объекта». Сравнительная характеристика таких понятий, как «исправность», «работоспособность», «предельное состояние» применительно к различию между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми объектами.
  8. Классификация и характеристика отказов.
  9. Надёжность как один из основных показателей качества. Определение надёжности, сущность надёжности как способности ТС выполнять заданные функции.
  10. Основные показатели надёжности.
  11. Различие между статистической и вероятностной формами представления показателей надёжности. Вероятность безотказной работы (основные статистические соотношения, в том числе – с учётом ВО) .
  12. Общие положения теории надёжности систем, определяющие: плотность распределения отказов (основное статистическое соотношение); интенсивность отказов (основные статистическое и вероятностное соотношения); среднюю наработку до отказа.
  13. Описание математических моделей надёжности. Виды аналитических функций, описывающих изменение показателей надёжности.



14. Сравнительная характеристика экспоненциального и нормального законов распределения при описании математических моделей надёжности.
15. Расчёт характеристик надёжности невосстанавливаемых объектов при основном соединении. Показательный закон распределения: особенности применения, основные соотношения.
16. Понятие восстанавливаемой системы и основные показатели надёжности таких систем. Различие между наработкой «до отказа» и наработкой «на отказ».
17. Понятие резервирования систем. Виды и способы резервирования. Различие между «горячим», «тёплым» и «холодным» резервом.
18. Методы обеспечения надёжности сложных систем.
19. Факторы опасности. Техногенные, экологические, социально-экономические и т.п. факторы. Ноксосфера и гомосфера в деятельности человека.
20. Понятие риска. Классификация, основное соотношение.
21. Классификация видов риска.
22. Методология анализа и оценки риска.
23. Методы качественного определения потенциального риска. Качественные методы анализа риска.
24. Анализ ошибок персонала и причинно-следственный анализ при качественной оценке риска. «Дерево отказов» и «дерево причин».
25. Количественная оценка риска.
26. Сравнительный анализ основных соотношений вероятностного представления показателей надёжности и количественной оценки риска.
27. Сравнительный анализ основных схем построения системы из элементов («основное соединение», «И», «ИЛИ» ....), применяемых при определении показателей надёжности и количественной оценки риска. Индивидуальный и коллективный риск.
28. Управление риском.
29. Критерии приемлемого риска.
30. Применение теории риска в технических системах. Статистические оценки уровня приемлемости риска. Критерий разрушения.
31. Анализ и оценка риска при декларировании безопасности производственного объекта.
32. Сравнительный анализ статистических (эмпирических) соотношений, используемых при определении вероятности безотказной работы, а также индивидуального, техногенного и т.п. риска.
33. Особенности, различие и взаимосвязь первичных, вторичных и инициированных отказов.
34. Сравнительный анализ способов структурного резервирования.

## 2. Практическая часть.

Система контроля и управления энергетическим комплексом состоит из ряда подсистем, осуществляющих работу в режиме основного включения. Каждая из подсистем состоит из совокупности элементов, интенсивность отказов по которым условно принимается средней. При оценке риска следует рассматривать каждую из подсистем с точки зрения возможности отказа как независимую.

### 4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

## 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода предусматривается использование при подготовке по данной дисциплине активных и интерактивных форм проведения занятий

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Гуськов, А. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 424 с. - <https://www.iprbookshop.ru/91726>
2. Леонова, О. В. Основы теории надёжности и диагностики ППТМ : задания и методические рекомендации к выполнению контрольных работ / О. В. Леонова. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2009. — 40 с. - <http://www.iprbookshop.ru/46742>
3. Волхонов, В. И. Основы теории надежности и диагностики : методические рекомендации по выполнению практических работ / В. И. Волхонов. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 49 с. - <http://www.iprbookshop.ru/47945>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Фёдоров, В. П. Прикладные методы теории надежности технических объектов и технологических систем : учебное пособие / В. П. Фёдоров, М. Н. Нагоркин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 288 с. - <https://www.iprbookshop.ru/123814>
2. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / составители С. А. Сазонова, С. А. Колодяжный, Е. А. Сушко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 147 с. - <https://www.iprbookshop.ru/108311>
3. Беспалова, И. М. Надежность технологических и технических систем : учебное пособие / И. М. Беспалова. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 90 с. - <https://www.iprbookshop.ru/102531>
4. Определение количественных характеристик надёжности: метод. указания к практическим занятиям по дисциплине Надёжность технических систем и техногенный риск для студентов направления подготовки 280000 Безопасность жизнедеятельности, природообустройство и защита окружающей среды / сост.: В.В. Булкин. — Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2011.— 32 с.. - 90 экз.

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система КонсультантПлюс. -Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Журнал "ТехНАДЗОР". Режим доступа: <http://www.tnadzor.ru>

Журнал "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР". Режим доступа: <http://www.tnadzor.ru/index.php/journals/gosnadzor>

Программное обеспечение:  
LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

iprbookshop.ru  
consultant.ru  
tnadzor.ru  
mivlgu.ru/iop

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория  
проектор NEC Projector MP40G: ноутбук Acer 5720G-302G16Mi.

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*20.03.01 Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере*  
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Булкин В.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 17 от 23.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 23.05.2023 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Надёжность технических систем и техногенный риск

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Первый блок вопросов

1. Что характеризует понятие «РИСК»?
  2. Что характеризует понятие «НАДЁЖНОСТЬ»?
  3. Графическая иерархия структуры ТС
  4. Структура системы человек-машина-среда
  5. К какой группе относятся обучающие системы ЧМС. Их назначение.
  6. Классификация ЧМС по целевому назначению
  7. Как можно классифицировать ЧМС по звену «ЛПР».
  8. Классификация ЧМС по типу и структуре машинного компонента
  9. К какой группе относятся игровые системы ЧМС. Их назначение
  10. Классификация ЧМС по характеру проникания процесса управления
  11. Классификация ЧМС по характеру переработки информации
  12. К какой группе относятся дедуктивные системы ЧМС. Их назначение
  13. К какой группе относятся абдуктивные системы ЧМС. Их назначение
  14. К какой группе относятся индуктивные системы ЧМС. Их назначение
  15. Какими руководящими документами определяются процессы жизненного цикла систем с точки зрения системной инженерии
  16. Основные положения ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005.
  17. Основные группы жизненных циклов ТС по ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005
  18. Основное содержание группы жизненного цикла «Технические процессы» с точки зрения ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005
  19. Смысл главной проблемы определения надёжности ТС на этапах жизненного цикла
  20. Основной источник получения информации о надёжности ТС на этапе проектирования
  21. Основной источник получения информации о надёжности ТС на этапе изготовления опытного образца
  22. Основной источник получения информации о надёжности ТС на этапе изготовления серийного изделия
  23. Основной источник получения информации о надёжности ТС на этапе эксплуатации
  24. Основной источник получения информации о надёжности ТС при проведении ремонтных работ
  25. Основной источник получения информации о надёжности ТС на этапе утилизации
  26. Основные источники информации об уровне работоспособности ТС в процессе эксплуатации
  27. Статистическая обработка данных по эксплуатации и ремонту ТС как источник информации об уровне надёжности системы
  28. Испытания на надёжность, в том числе ускоренные ТС как источник информации об уровне надёжности системы
  29. Аналитические расчёты и прогнозирование надёжности ТС как источник информации об уровне надёжности системы
- Второй блок вопросов:
1. Основные понятия, характеризующие понятие «надёжность объекта». Различие между понятиями «исправность» и «работоспособность».
  2. Понятие предельности состояния, отказа.
  3. Различие между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми объектами.
  4. Различие между отказами параметрическими и функционирования
  5. Различие между случайными и систематическими отказами.
  6. Понятие первичных отказов.

7. Понятие вторичных отказов
8. Понятие инициированных отказов.
9. Основные признаки классификации отказов: по характеру возникновения.
10. Основные признаки классификации отказов: по причинам возникновения.
11. Основные признаки классификации отказов: по характеру устранения.
12. Основные признаки классификации отказов: по дальнейшему использованию объекта.
13. Основные признаки классификации отказов: по легкости обнаружения.
14. Основные признаки классификации отказов: по времени возникновения.
15. Надёжность, как комплексное свойство.
16. Безотказность; Долговечность; Ремонтопригодность; Сохраняемость.
17. Определение показателя надёжности
18. Понятие технического ресурса, назначенного ресурса срока службы
19. Различие между статистической и вероятностной формами представления показателей надёжности.
20. Вероятность безотказной работы (основные статистические соотношения, в том числе – с учётом ВО)
21. Плотность распределения отказов (основное статистическое соотношение)
22. Интенсивность отказов (основные статистическое и вероятностное соотношения)
23. Средняя наработка до отказа .
24. Кривая изменения ИО объекта
25. Область применения экспоненциального распределения
26. Основные соотношения для расчёта параметров надёжности при экспоненциальном законе распределения: ВБР, ИО, МО.
27. Область применения нормального распределения
28. Понятие квантиля нормированного нормального распределения. При каких условиях он используется.
29. ВБР и ВО, выраженные через функцию Лапласа.
30. Соотношения для расчёта ВБР при основном соединении (понятие основного соединения).
31. Соотношения для расчёта ИО при их постоянном значении в случае основного соединения (понятие основного соединения).
32. Соотношения для расчёта ИО при их непостоянном значении (включая учёт внешних воздействий) в случае основного соединения (понятие основного соединения).

Третий блок вопросов:

1. Средняя наработка на отказ.
2. Среднее время восстановления.
3. Коэффициент готовности
4. Коэффициент оперативной готовности
5. Коэффициент технического использования
6. Понятие резервирования.
7. Структурное резервирование
8. Функциональное резервирование
9. Временное резервирование
10. Нагрузочное резервирование
11. Понятие кратности резервирования
12. Три состояния резерва. Определения.
13. Понятие мажоритарного резервирования
14. ВБР устройства при параллельном соединении элементов
15. ИО устройства при параллельном соединении элементов
16. Основные конструктивные способы обеспечения надёжности
17. Основные технологические способы обеспечения надёжности
18. Основные эксплуатационные способы обеспечения надёжности
19. Пути повышения надёжности сложных ТС при эксплуатации

20. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надёжности ТС при эксплуатации
21. Факторы опасности
22. Ноксосфера. Гомосфера. Зона риска
23. Понятие риска
24. Категории риска
25. Классификация видов риска
26. Общие соотношения численной оценки риска
27. Методология анализа и оценки риска
28. Схема риск-анализа
29. Предварительная оценка опасностей
30. Анализ последствий отказов
31. Анализ опасностей потенциальных отклонений
32. Анализ ошибок персонала
33. Причинно-следственный анализ
34. Анализ опасностей с помощью «дерева причин»
35. Количественная оценка риска
36. Оценка риска через полную совокупность желательных {-E} и нежелательных событий {E}
37. Оценка риска через понятие ущерба
38. Управление риском
39. Соотношение ущерба и затрат на безопасность
40. Критерии приемлемого риска
41. Применение теории риска в технических системах
42. Анализ и оценка риска при декларировании безопасности
43. производственного объекта
44. Декларация безопасности

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	Письменный опрос	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Письменный опрос	До 15 баллов
Рейтинг-контроль 3	Письменный опрос	До 20 баллов
Посещение занятий студентом		До 1 балла
Дополнительные баллы (бонусы)		До 2 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		До 2 баллов

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

### **Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

### **Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Тест:

ОПК-2

Блок 1 (знать)

1. Основной источник получения информации о надёжности технической системы на этапе проектирования
  - теоретические расчёты
  - ускоренные испытания

- информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
2. Основной источник получения информации о надёжности технической системы на этапе изготовления опытного образца
- теоретические расчёты
  - ускоренные испытания
  - информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
3. Основной источник получения информации о надёжности технической системы на этапе изготовления серийного изделия
- теоретические расчёты
  - ускоренные испытания
  - информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
4. Основной источник получения информации о надёжности технической системы на этапе эксплуатации
- теоретические расчёты
  - ускоренные испытания
  - информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
5. Основной источник получения информации о надёжности технической системы при проведении ремонтных работ
- теоретические расчёты
  - ускоренные испытания
  - информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
6. Основной источник получения информации о надёжности технической системы на этапе утилизации
- теоретические расчёты
  - ускоренные испытания
  - информация о характере отказов
  - информация о характере неисправностей
  - информация о характере состояния (степени изношенности) узлов и деталей
7. Надёжность является ... свойством
- интегральным
  - стационарным
  - детерминированным
  - комплексным
  - дифференциальным
  - спорадическим
8. Понятие надёжности включает
- безотказность
  - безотказность и долговечность
  - ремонтпригодность и сохраняемость
  - безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость
  - ремонтпригодность, безотказность и долговечность
  - безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость
  - ремонтпригодность и безотказность
9. Какие понятия для невосстанавливаемых объектов являются равнозначными



ремонтпригодность и срок службы  
технический ресурс и наработка до отказа  
назначенный ресурс и наработка до отказа  
срок службы и наработка до отказа

10. Назначенный ресурс, это  
суммарная наработка объекта, по достижении которой эксплуатация должна быть  
прекращена

календарная продолжительность эксплуатации от начала до наступления предельного  
состояния

достижение состояния, при котором дальнейшая эксплуатация системы недопустима  
все перечисленные варианты

11. U-образная кривая характеризует  
характер изменения вероятности безотказной работы во времени  
характер изменения отказов во времени  
характер изменения вероятности отказов во времени  
характер изменения наработки во времени

12. Понятия периодов приработки, нормальной эксплуатации и старения может быть  
отнесено к ...

e-образной кривой  
log-нормальной кривой  
U-образной кривой  
S-образной кривой

13. Характер изменения интенсивности отказов в период приработки может быть  
определён как ...

неизменный  
убывающий  
возрастающий  
спорадический  
какой-то другой

14. Характер изменения интенсивности отказов в период нормальной эксплуатации  
может быть определён как ...

неизменный  
убывающий  
возрастающий  
спорадический  
какой-то другой

15. Характер изменения интенсивности отказов в период старения может быть  
определён как ...

неизменный  
убывающий  
возрастающий  
спорадический  
какой-то другой

16. Нагруженный резерв, это  
резервный элемент, находится в том же режиме, что и основной  
резервный элемент, находится в менее нагруженном режиме, чем основной  
резервный элемент практически не несёт нагрузок

17. Облегченный резерв, это  
резервный элемент, находится в том же режиме, что и основной  
резервный элемент, находится в менее нагруженном режиме, чем основной  
резервный элемент практически не несёт нагрузок

18. Ненагруженный резерв, это  
резервный элемент, находится в том же режиме, что и основной  
резервный элемент, находится в менее нагруженном режиме, чем основной

резервный элемент практически не несёт нагрузок

19. Предварительный анализ опасностей как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей

качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям

анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений с помощью ключевых слов

методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий персонала

методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

20. Анализ последствий отказов как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей

качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям

анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений с помощью ключевых слов

методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий персонала

методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

21. Анализ опасностей потенциальных отклонений как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей

качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям

анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений посредством применения ключевых слов

методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий персонала

методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

22. Анализ ошибок персонала как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей

качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям

анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений посредством применения ключевых слов

методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий управляющих воздействий

методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

23. Причинно-следственный анализ как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей

качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям

анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений посредством применения ключевых слов

методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий управляющих воздействий

методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

24. С точки зрения системы критериев отказов по тяжести последствий катастрофический отказ

приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде

угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не угрожает жизни людей, не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не относится по своим последствиям ни к одной из первых трёх категорий

25. С точки зрения системы критериев отказов по тяжести последствий критический отказ

приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде

угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не угрожает жизни людей, не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не относится по своим последствиям ни к одной из первых трёх категорий

26. С точки зрения системы критериев отказов по тяжести последствий некритический отказ

приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде

угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не угрожает жизни людей, не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не относится по своим последствиям ни к одной из первых трёх категорий

27. С точки зрения системы критериев отказов по тяжести последствий отказ с пренебрежимо малыми последствиями

приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде

угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не угрожает жизни людей, не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде

не относится по своим последствиям ни к одной из первых трёх категорий

28. Вероятность безотказной работы является ... функцией наработки

возрастающей

убывающей

константной

экспоненциальной

квадратичной

29. Вероятность отказа является ... функцией наработки  
возрастающей  
убывающей

экспоненциальной

квадратичной

обратноквадратичной

30. Соотношение определяет

статистическое определение вероятности безотказной работы

вероятностное определение вероятности безотказной работы

вероятностное определение вероятности отказа

статистическое определение плотности распределения отказов

статистическое определение интенсивности отказов

статистическое определение вероятности отказа

математическое ожидание наработки до отказа

31. Плотность распределения отказов по своему смыслу определяет

равномерность распределения отказов по временному отрезку

неравномерность распределения отказов по временному отрезку

частоту отказов за единицу времени наработки

группирование количества отказов вокруг дискретного значения на оси времени

частоту отказов, отнесённую к фактически работоспособному числу объектов на момент наработки

32. Интенсивность отказов по своему смыслу определяет

равномерность распределения отказов по временному отрезку

неравномерность распределения отказов по временному отрезку

частоту отказов за единицу времени наработки

группирование количества отказов вокруг дискретного значения на оси времени

частоту отказов, отнесённую к фактически работоспособному числу объектов на момент наработки

33. Закон называют основным законом надёжности:

нормальный

экспоненциальный

Пуассона

34. При наличии внезапных отказов для расчёта параметров надёжности применяют

... закон распределения

нормальный

экспоненциальный

Пуассона

35. Доля времени нахождения элемента в работоспособном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации (кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается) характеризуется

коэффициентом готовности

коэффициентом оперативной готовности

коэффициентом технического использования

36. Соотношение  $K_{ти} = t_{н} / (t_{н} + t_{в} + t_{р} + t_{о})$  определяет

долю времени нахождения элемента в работоспособном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации

долю времени нахождения элемента в состоянии восстановления, ремонта или технического обслуживания относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации

37. Резервирование это

метод повышения надёжности объекта введением дополнительных элементов и функциональных возможностей сверх минимально необходимых для нормального выполнения объектом заданных функций



метод повышения надёжности объекта, предусматривающий использование избыточной информации сверх минимально необходимой

метод повышения надёжности объекта, предусматривающий использование способности его элементов воспринимать дополнительные нагрузки

43. Раздельное резервирование (поэлементное) с постоянным включением резервных элементов отличают особенности

подключение резервного элемента существенно изменяет рабочий режим устройства

постоянная готовность резервного элемента, отсутствие затраты времени на переключение

резервный элемент расходует свой ресурс так же, как основной элемент

44. Раздельное резервирование с замещением отказавшего элемента одним резервным элементом отличают особенности

подключение резервного элемента существенно изменяет рабочий режим устройства

резервный элемент сохраняет свой рабочий ресурс, либо может быть использован для выполнения самостоятельной задачи

необходимо затрачивать время на подключение резервного элемента

45. Кратность резервирования означает

отношение числа требуемых резервных элементов к числу имеющихся резервных элементов

отношение числа резервных элементов к числу резервируемых

Блок 2 (уметь)

1. Оценка величины риска производится по рейтинговым соотношениям типа

1)  $R > R_A$

2)

3)

4)

5)  $R \leq R_A$

2. Формула  $1 = P\{E\} + P\{-E\}$  выражает

полную совокупность возможных событий при количественном анализе риска

экстернализацию принципа единства противоположностей при качественном анализе риска

обязательную реализацию принципа совокупности событий при анализе риска посредством дерева происшествий

3. Критерием максимально допустимого уровня индивидуального риска принято считать величину смертельных случаев чел-1\*год-1

10-4

10-6

10-8

10-10

единого критерия не существует

4. Полная совокупность возможных событий при количественном анализе риска выражается формулой

$1 = P\{E\} + P\{-E\}$

$P\{E\} = 1 - P\{-E\}$

всеми перечисленными

ни одной из перечисленных

частью перечисленных

5. Что из перечисленного ниже имеет отношение к управлению риском

характеристическая оценка возможного риска

определение приемлемости возможного риска

определение пропорции контроля возможного риска

принятие регулирующего решения по возможному риску

всё перечисленное  
ничего из перечисленного  
часть перечисленного

6. Найдите соответствие между этапами (1-4) управления риском и принимаемыми решениями (А-В):

- 1) характеристическая оценка возможного риска
- 2) определение приемлемости возможного риска
- 3) определение пропорции контроля возможного риска
- 4) принятие регулирующего решения по возможному риску

А) риск приемлем полностью  
Б) риск приемлем частично  
В) риск неприемлем полностью

1А, 2Б, 3В

2А, 3В, 4Б

1Б, 4В, 3А

2Б, 4А, 3В

1В, 2А, 3Б

1В, 2АБ

1АБВ

2АБВ

3АБВ

4АБВ

1Б, 2АВ

7. Обязательное декларирование безопасности промышленного объекта осуществляется в случаях

если объект включён в список объектов, деятельность которых связана с повышенной опасностью

если объект включён в список объектов, деятельность которых связана с опасностью

если на объекте обращаются опасные вещества

если на объекте обращаются опасные вещества в количестве, равном или превышающем определённое пороговое значение

во всех случаях

перечисленные ситуации не имеют отношения к декларированию безопасности объекта

8. Если коэффициент готовности представляет собой вероятность того, что система будет работоспособна в произвольный момент времени, кроме периодов выполнения планового технического обслуживания, то коэффициент вынужденного простоя представляет собой вероятность того, что

система будет неработоспособна в произвольный момент времени, кроме периодов выполнения планового технического обслуживания

система будет неработоспособна в произвольный момент времени в силу выполнения планового технического обслуживания

9. Средняя наработка на отказ, это

продолжительность (или объём) работы объекта, измеряемая в любых неубывающих величинах

наработка восстанавливаемого элемента, приходящаяся, в среднем, на один отказ в рассматриваемом интервале суммарной наработки

продолжительность (или объём) работы объекта между вводом в эксплуатацию после ремонта и отказом

10. Среднее время восстановления это

время восстановления одного отказа в рассматриваемом интервале суммарной наработки  
время, планируемое по регламенту на восстановление одного отказа в рассматриваемом интервале суммарной наработки

11. Коэффициент готовности представляет собой

вероятность того, что изделие будет работоспособно в произвольный момент времени, кроме периодов выполнения планового технического обслуживания

комплексный показатель, количественно характеризующий одновременно два показателя: безотказность и ремонтпригодность

12. Если коэффициент готовности определяется соотношением  $K_g = T_o / (T_o + T_v)$ , где  $T_o$  - средняя наработка на отказ,  $T_v$  - среднее время восстановления одного отказа, то коэффициент вынужденного простоя  $K_p$

$$K_p = T_v / (T_o + T_v)$$

$$K_p = (T_o + T_v) / T_o$$

$$K_p = 1 - [T_o / (T_o + T_v)]$$

$$K_p = 1 - [T_v / (T_o + T_v)]$$

$$K_p = 1 - [(T_o + T_v) / T_o]$$

13. Соотношение  $K_{ог} = K_g * P(t)$  определяет показатель, количественно характеризующий безотказность работы объекта вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени

14. При резервировании с дробной кратностью

$m=4/2$  – несокращаемо

$m=4/2$  – сокращаемо только по варианту  $m=4/2=2/1=2$

$m=4/2$  – сокращаемо по любому варианту, например  $m=4/2=2/1=2=1,5+0,5$

Блок 3 (владеть)

1. Определить величину социального риска чрезвычайной ситуации техносферного характера при следующих исходных данных: число умерших в единицу времени в исследуемой группе в начале периода наблюдения до развития чрезвычайных событий – 9 человек; смертность в той же группе людей на стадии затухания чрезвычайной ситуации – 323 человека; общая численность исследуемой группы – 22097 человек

10-6

10-2

1,97

8

13,3

14,21

22,05

102

2. Система состоит из трёх подсистем. Вероятности отказов подсистем, соответственно:  $2,4 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $8,65 \cdot 10^{-2}$ . Отказы независимы. Ожидаемые ущербы от отказов подсистем, соответственно:  $37 \cdot 10^6$  руб.;  $55,5 \cdot 10^6$  руб.;  $7,5 \cdot 10^6$  руб. Дать численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы.

28643 руб.

234512 руб.

766410 руб.

1000345 руб.

65000419 руб.

3. Система состоит из трёх подсистем. Вероятности безотказной работы подсистем, соответственно: 0,9976; 0,99948; 0,9135. Отказы независимы. Ожидаемые ущербы от отказов подсистем, соответственно:  $37 \cdot 10^6$  руб.;  $55,5 \cdot 10^6$  руб.;  $7,5 \cdot 10^6$  руб. Дать численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы.

28643 руб.

234512 руб.

766410 руб.

1000345 руб.

65000419 руб.



4. Интенсивность отказов системы  $2 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Закон распределения – экспоненциальный. Величина возможного ущерба от отказа системы –  $2 \cdot 10^7$  руб. Определить величину возможного ущерба при времени эксплуатации 1000 ч.

5000000 руб.

3000000 руб.

2000000 руб.

1500000 руб.

500000 руб.

40000 руб.

5. Система состоит из трёх подсистем с равновероятными показателями безотказности: ВБР=0,99912. Ожидаемые ущербы от отказов подсистем, соответственно:  $37 \cdot 10^6$  руб.;  $55,5 \cdot 10^6$  руб.;  $7,5 \cdot 10^6$  руб. Дать численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы.

28643 руб.

88000 руб.

234512 руб.

766410 руб.

1000345 руб.

6. Определить коэффициент технического использования системы, если известно, что время эксплуатации 7610 час. За этот период суммарное время восстановления отказов составило 67 час. Время проведения технического обслуживания составляет 15 час. Суммарное время ремонта 224 час.

1,0

0,96

0,83

0,74

7. За период эксплуатации 2500 часов из 500 однотипных элементов системы отказало 40. Определить ВБР и ВО элементов за указанный временной отрезок

ВБР – 0,85; ВО – 0,15

ВБР – 0,92; ВО – 0,08

ВБР – 0,99; ВО – 0,01

ВБР – 0,92; ВО – 0,02

ВБР – 0,75; ВО – 0,2

ВБР – 1,02; ВО – 0,06

8. Система состоит из 10 подсистем. Время безотказной работы подсистем составляет: 1280 час; 1350 час; 1400 час; 1320 час; 1380 час; 1330 час; 2000 час; 1210 час; 1945 час; 1999 час. Дать статистическую оценку среднего времени безотказной работы системы

1100 час

1225 час

1521 час

1730 час

1796 час

1999 час

2010 час

9. За наблюдаемый период эксплуатации в системе было зафиксировано 13 отказов. Время восстановления по каждому отказу составило: 12 мин.; 23 мин.; 15 мин.; 9 мин.; 17,5 мин.; 28 мин.; 25 мин.; 31 мин.; 24 мин.; 14 мин.; 3 мин.; 7,5 мин.; 12 мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

22

20

17

15

13

9

10. Система энергоснабжения цеха состоит из трёх подсистем. Первая подсистема отказала пять раз в течение 1200 час, вторая шесть раз за 2500 час, третья два раза за 1100 час. Определить интенсивность отказов каждой из подсистем.
- 0,0024; 0,002; 0,0048 (1/час)
  - 0,0042; 0,0024; 0,0018 (1/час)
  - 0,0032; 0,004; 0,008 (1/час)
  - 0,005; 0,0033; 0,002 (1/час)
11. Нарботка до отказа системы составляет 54500 час и подчиняется экспоненциальному закону. Найти вероятность безотказной работы за время 1000 ч.
- 0,999
  - 0,982
  - 0,945
  - 0,901
  - 0,986
12. Нарботка до отказа системы составляет 4753 часа и подчиняется экспоненциальному закону. Найти интенсивность отказов.
- $0,21 \cdot 10^{-3}$
  - $2,1 \cdot 10^{-4}$
  - $21 \cdot 10^{-5}$
  - нет правильного ответа
13. Коэффициент готовности системы равен 0,99. Коэффициент оперативной готовности – 0,975. Определить вероятность безотказной работы системы
- 0,985
  - 0,9
  - 0,925
  - 0,975
  - 0,99
14. Коэффициент готовности системы равен 0,99. Вероятность безотказной работы системы – 0,985. Определить коэффициент оперативной готовности
- 0,975
  - 0,9
  - 0,925
  - 0,985
  - 0,99
  - 1,2
15. Определить коэффициент готовности системы, если известно, что среднее время восстановления одного отказа равно 5 ч, а среднее значение наработки на отказ - 500 ч.
- 0,985
  - 0,9
  - 0,925
  - 0,975
  - 0,99
16. Система включает пять дублирующих друг друга элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента одинакова и составляет 0,75. Найти вероятность безотказной работы всей системы.
- 0,75
  - 0,85
  - 0,9
  - 0,925
  - 0,975
  - 0,999
17. Интенсивность отказов системы  $2 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Закон распределения – экспоненциальный. Найти вероятность безотказной работы за время 1000 ч.
- 0,75

0,85  
0,9  
0,925  
0,975  
0,998

18. Интенсивность отказов системы  $2 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Определить математическое ожидание наработки на отказ.

$2 \cdot 10^{-5}$  ч  
 $5 \cdot 10^2$  ч  
 $5 \cdot 10^5$  ч  
 $2 \cdot 10^5$  ч  
 $3,75 \cdot 10^5$  ч  
 $1,68 \cdot 10^5$  ч  
 $18 \cdot 10^3$  ч  
 $2,34 \cdot 10^{-5}$  ч

19. Интенсивность отказов системы  $2 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Определить вероятность того, что за 1000 часов эксплуатации произойдёт не более трёх отказов

$2 \cdot 10^{-5}$   
 $1,33 \cdot 10^{-5}$   
 $7,8 \cdot 10^{-5}$   
 $1,33 \cdot 10^{-7}$   
 $2 \cdot 10^{-6}$   
 $1,33 \cdot 10^{-9}$   
 $7,8 \cdot 10^{-8}$   
 $2 \cdot 10^{-9}$

20. Система состоит из 7745 элементов. Интенсивность отказов каждого элемента  $2,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Определить интенсивность отказов системы

0,125  
0,0194  
0,0074  
0,0049  
 $1,25 \cdot 10^{-1}$   
 $1,94 \cdot 10^{-2}$   
 $7,4 \cdot 10^{-3}$   
 $4,9 \cdot 10^{-3}$

21. Система состоит из 2600 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $0,33 \cdot 10^{-6}$ . Определить вероятность безотказной работы за время 500 час.

0,38  
0,52  
0,65  
0,858  
0,95

22. Система состоит из 10 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $0,33 \cdot 10^{-6}$ . Определить вероятность отказа за время 1000 час.

0,03  
0,09  
0,24  
0,57  
0,874  
0,997

23. Система состоит из 7745 элементов. Интенсивность отказов каждого элемента  $0,25 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. Определить среднюю наработку до первого отказа

8 ч  
51,55 ч

127,7 ч  
526,3 ч  
1001,9 ч  
12671 ч

24. Система состоит из шести подсистем. Вероятности отказов каждой из подсистем, соответственно: 0,98; 0,99; 0,97; 0,985; 0,975; 0,95. Определить вероятность безотказной работы всей системы

0,689  
0,745  
0,858  
0,901  
0,95

25. Интенсивность отказов системы составляет:  $0,33 \cdot 10^{-5}$  за 150 час;  $0,27 \cdot 10^{-6}$  за последующие 110 час;  $0,05 \cdot 10^{-6}$  за последующие 75 час. Определить общую интенсивность отказов системы

$1,24 \cdot 10^{-7}$   
 $1,33 \cdot 10^{-5}$   
 $1,58 \cdot 10^{-6}$   
 $7,8 \cdot 10^{-5}$   
 $2 \cdot 10^{-6}$

### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ. По итогам проведения экзамена с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется экзаменационная оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания	<b>Продвинутый уровень</b>

		выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Интенсивность отказов по своему смыслу определяет

- неравномерность распределения отказов по временному отрезку
- частоту отказов за единицу времени наработки
- равномерность распределения отказов по временному отрезку
- частоту отказов, отнесённую к фактически работоспособному числу объектов на момент наработки
- группирование количества отказов вокруг дискретного значения на оси времени

Предварительный анализ опасностей как элемент системы качественного анализа рисков представляет собой

- первую попытку на начальном этапе разработки системы выявить оборудование технической системы и отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей
- качественный метод идентификации возможных опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза с ранжированием возможных отказов по опасностям
- методологию оценки опасностей с учетом человеческого фактора на основе принципа учёта возможных ошибочных и корректирующих действий персонала
- анализ опасностей потенциальных отклонений с использованием искусственного создания отклонений с помощью ключевых слов
- методологию выявления причин происшедшей аварии или катастрофы с прогнозом новых аварий и составлением плана мероприятий по их предупреждению

Предельное состояние системы означает

- проведение анализа причин возникновения указанного состояния с целью выбора варианта действий
- необходимость проведения профилактических работ
- нецелесообразность её дальнейшей эксплуатации
- необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ

Система состоит из трёх подсистем. Вероятности отказов подсистем, соответственно:  $2,4 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $8,65 \cdot 10^{-2}$ . Отказы независимы. Ожидаемые ущербы от отказов подсистем, соответственно:  $37 \cdot 10^6$  руб.;  $55,5 \cdot 10^6$ руб.;  $7,5 \cdot 10^6$ руб. Дать численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы

Система состоит из шести подсистем. Вероятности отказов каждой из подсистем, соответственно: 0,98; 0,99; 0,97; 0,985; 0,975; 0,95. Определить вероятность безотказной работы всей системы

Система состоит из 10 подсистем. Время безотказной работы подсистем составляет: 1280 час; 1350 час; 1400 час; 1320 час; 1380 час; 1330 час; 2000 час; 1210 час; 1945 час; 1999 час. Дать статистическую оценку среднего времени безотказной работы системы

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=225&category=27384%2C5745&qbshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.