



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Директор ИМИТ ИГУ  
*М. В. Фалалеев*  
**М. В. Фалалеев**  
**«25» мая 2022 г.**



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.09 Основы теории надежности и диагностики. Безопасность  
техногенных систем**

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Математическое моделирование
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2022 г.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели:

систематизация знаний в области теории надежности, диагностики, анализе, оценки и регулирования техногенного риска, полученных в процессе подготовки уровня бакалавриата (специалитета);

формирование системы знаний в области поддержания заданного уровня надежности в технических и автоматизированных системах управления, их диагностики и обеспечения безопасности техногенных систем.

Задачи:

изучение понятий, принципов оценки и обеспечения надежности систем, технических объектов и программного обеспечения, диагностики в технических системах и автоматизированных системах управления в процессе эксплуатации;

изучение методов, способов и принципов обеспечения надежности в технических системах и автоматизированных системах управления и их диагностирование;

формирование умений оценки надежности в технических системах и автоматизированных системах управления на этапах проектирования и эксплуатации;

изучение принципов и методов диагностики систем и технических объектов, путей обеспечения высокой достоверности диагностики;

формирование умений синтеза диагностических алгоритмов и систем;

изучение основ теории техногенного риска;

усвоение основных понятий и методов анализа и регулирования техногенного риска.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина Б1.В.09 Основы теории надежности и диагностики. Безопасность техногенных систем относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Физика, Математический анализ, Алгебра, Информатика и программирование, Пакеты компьютерной математики, Адаптивные информационные технологии, Основы научно-исследовательской деятельности, Дифференциальные уравнения, Комплексный анализ, Численные методы, Методы оптимизации, Методы оптимального управления, Функциональный анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Системы автоматического управления, Компьютерное моделирование в технике, Имитационное моделирование.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Моделирование систем и процессов, Основы системного анализа и проектирования автоматизированных систем управления, Анализ и обработка данных при разработке цифровых продуктов.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели технических систем, математические модели элементов автоматизированных систем управления; применять методы проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с

использованием компьютерных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

содержание и структуру понятия «надежность»;  
основные показатели безотказности, сохраняемости, долговечности и ремонтпригодности и методы их оценки;  
основные пути и методы обеспечения надежности автоматизированных систем управления;  
принципы и методы оценки показателей надежности  
основные факторы, влияющие на надежность автоматизированных систем управления;  
методы оценки надежности для объектов различных типов и отказов различной физической причины проявления;  
содержание и структуру понятия «диагностика»;  
основные требования диагностического обеспечения и способы их реализации;  
рациональные методы эксплуатации систем управления с учетом ремонта и технического обслуживания;  
критерии эффективности системы диагностирования;  
методы поиска и устранения неисправности автоматизированных систем управления;  
критерии, методы анализа и прогноза уровня автоматизированных систем управления.  
роль и место техногенного риска в процессе принятия решений;  
методы количественной оценки техногенного риска, методы моделирования опасных процессов.

уметь:

производить количественную оценку надежности элементов технических систем на этапе проектирования и использования;  
рассчитывать показатели надежности для систем и машин, оценивать эффективность мероприятий по обеспечению заданного уровня надежности;  
оценивать влияние различных факторов на надежность систем и машин, выявлять неблагоприятные факторы, разрабатывать мероприятия по обеспечению заданного уровня надежности систем и машин;  
выбирать оптимальные варианты резервирования в интересах повышения надежности технических систем;  
разработать обоснованные мероприятия по повышению надежности систем и машин;  
выбирать и эффективно использовать методы и средства диагностики;  
производить качественную и количественную оценку риска в техногенной сфере.

владеть:

методами расчетов (оценки) показателей надежности систем и элементов автоматизированных систем управления по критериям работоспособности и надежности на этапе проектирования и с использованием специализированного программного обеспечения и программного обеспечения общего назначения;  
методами моделирования опасностей и снижения техногенного риска в статистических и динамических задачах в условиях неопределённости с помощью современных компьютерных программ;  
навыками изменения уровней опасности на производстве, используя современную измерительную технику.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

#### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
<b>Раздел 1. Основы теории надежности</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>Контрольная работа</b>	
Тема 1 Основные положения теории прочности и надежности. Определяющие надежность систем и машин факторы		2					
Тема 2 Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности		2	2	2	1		
Тема 3 Параметрическая оценка показателей надежности		2	2	2	1		
Тема 4 Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования		4	4	4	2		
Тема 5 Надежность объектов с профилактическими работами		2	2	2			
Тема 6 Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности		2	2	2	1		
Тема 7 Понятие надежности оперативного персонала сложных систем		2					
<b>Раздел 2. Основы диагностики</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>Контрольная работа</b>	
Тема 8 Основные понятия и методы технической диагностики. Методы и средства измерения диагностических параметров. Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования.		2					
Тема 9 Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры		2	4	2			
Тема 10 Программы и тесты диагностирования объектов		2	4	2	1		
Тема 11 Статистические методы при диагностировании		2	4	2	1		
Тема 12 Управление надежностью технических систем. Прогнозирование состояния технических объектов		2	2	2			
<b>Раздел 3. Безопасность техногенных систем</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>Тестирование</b>	
Тема 13 Классификация технических систем. Виды и факторы техногенного риска. Техногенный риск и безопасность.		2		4			
Тема 14 Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска.		2	2	4	1		
Тема 15 Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска.			4	2	1		

Моделирование риска						
Итого (7 семестр):		30	30	30	9	экз.

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
<b>Раздел 1.</b> Тема 1 Основные положения теории прочности и надежности. Определяющие надежность систем и машин факторы	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации	1 неделя		Устный опрос	Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].
<b>Раздел 1.</b> Тема 2 Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности	Изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.	1 неделя	1	Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru	Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].
<b>Раздел 1.</b> Тема 3 Параметрическая оценка показателей надежности	Изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.	2 неделя	1	Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru	Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].

<p><b>Раздел 1.</b> Тема 4 Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>3, 4 неделя</p>	<p>2</p>	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 1.</b> Тема 5 Надежность объектов с профилактическими работами</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>5 неделя</p>		<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 1.</b> Тема 6 Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>6 неделя</p>	<p>1</p>	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>

<p><b>Раздел 1.</b> Тема 7 Понятие надежности оперативного персонала сложных систем</p>	<p>Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации</p>	<p>7 неделя</p>		<p>Устный опрос</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 8 Основные понятия и методы технической диагностики. Методы и средства измерения диагностических параметров. Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования.</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>7 неделя</p>		<p>Устный опрос</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 9 Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>7, 8 неделя</p>		<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>

<p><b>Раздел 2.</b> Тема 10 Программы и тесты диагностирования объектов.</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>9 неделя</p>	<p>1</p>	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 11 Статистические методы при диагностировании</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	<p>10 неделя</p>	<p>1</p>	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 12 Управление надежностью технических систем. Прогнозирование состояния технических объектов</p>	<p>Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации</p>	<p>11 неделя</p>		<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>

<p><b>Раздел 3. Безопасность техногенных систем</b> Тема 13 Классификация технических систем. Виды и факторы техногенного риска. Техногенный риск и безопасность.</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	12 неделя		<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 3. Безопасность техногенных систем</b> Тема 14 Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска.</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	13, 14 неделя	1	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
<p><b>Раздел 3. Безопасность техногенных систем</b> Тема 15 Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска</p>	<p>Изучение и анализ учебного материала в соответствие со структурой курса. Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Решение задач на самостоятельную работу по итогам практических занятий.</p>	15 неделя	1	<p>Проверка полноты и качества выполнения заданий практических и лабораторных занятий. Оценка индивидуальных ответов преподавателем на портале educa.isu.ru</p>	<p>Основная литература – [1,2]. Дополнительная литература – [1].</p>
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			9		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

### 4.3. Содержание учебного материала

**Тема 1. Основные положения теории прочности и надежности. Определяющие надежность систем и машин факторы.** Технические объекты и их состояние. Эксплуатационные свойства и надежность объектов. Классификация эксплуатационных свойств объектов. Показатели надежности объектов. Жизненный цикл объекта. Поддержание надежности объекта при эксплуатации. Основы положений теорий прочности. Взаимосвязь понятий «прочность» и «надежность». Физические основы надежности технических объектов. Виды эксплуатационной прочности. Основные понятия о нагрузках (с точки зрения обеспечения прочности и надежности). Анализ модели надежности «нагрузка - несущая способность». Анализ модели надежности «параметр-поле допуска». Анализ модели надежности «нагрузка - несущая способность». Анализ модели надежности «параметр-поле допуска».

**Тема 2. Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности.** Подходы к оценке надежности. Вероятность характерного события. Плотность событий в потоке. Интенсивность событий в потоке. Непараметрическая оценка надежности. Оценка невосстанавливаемых объектов. Модель эксплуатации невосстанавливаемых объектов. Оценка восстанавливаемых объектов. Модель эксплуатации парка восстанавливаемых объектов. Непараметрические методы определения показателей надежности. Расчет показателей надежности непараметрическими методами. Исследование влияния показателей надежности непараметрическими методами.

**Тема 3. Параметрическая оценка показателей надежности.** Оценка показателей надежности при нормальном распределении. Оценка показателей надежности при логарифмически нормальном распределении. Оценка показателей надежности при экспоненциальном распределении. Оценка показателей надежности при смеси двух экспоненциальных распределений. Оценка показателей надежности при гамма-распределении. Оценка показателей надежности при распределении Вейбулла. Оценка показателей надежности при распределении Пуассона. Оценка показателей надежности при биномиальном распределении. Оценка показателей надежности при DN-распределении. Расчет показателей надежности параметрическими методами. Исследование показателей надежности параметрическими методами.

**Тема 4. Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования.** Оценка показателей надежности многоэлементных объектов. Оценка показателей надежности при параллельном соединении элементов. Оценка показателей надежности при параллельно-последовательном соединении элементов. Оценка показателей надежности объектов с мостиковой схемой. Метод минимальных путей. Метод особого элемента. Оценка показателей надежности объекта с зависимыми элементами. Оценка показателей надежности комплексных объектов. Расчет показателей надежности многомерных объектов. Исследование показателей надежности многомерных объектов.

**Тема 5. Надежность объектов с профилактическими работами.** Надежность объектов с регламентными работами. Оценка периодичности обслуживания объектов при нормальном, экспоненциальном, распределении. Периодичность обслуживания по динамике развития дефекта в отказ. Периодичность обслуживания по оптимальному коэффициенту готовности. Оценка надежности объекта с регламентными работами. Оценка периодичности обслуживания объекта. Исследование надежности объекта с регламентными работами. Исследование периодичности обслуживания объекта.

**Тема 6. Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности.** Классификация методов повышения надежности. Схемные и конструктивные методы повышения надежности систем. Способы повышения надежности при производстве. Методы повышения надежности систем в эксплуатации. Резервирование как метод повышения надежности систем. Способы уменьшения интенсивности отказов для повышения надежности системы. Методы понижения интенсивности отказов систем. Сокращение времени непрерывной работы и восстановления с целью повышения надежности системы. Влияние периодичности и объема профилактических мероприятий на надежность систем. Изучение методов оценки надежности объектов с запасными комплектами. Оценка готовности объекта с запасом агрегатов. Исследование готовности объекта с запасом агрегатов.

**Тема 7. Понятие надежности оперативного персонала сложных систем.** Общие понятия. Виды и формы отказов персонала. Классификация ошибок оперативного персонала.

**Тема 8. Основные понятия и методы технической диагностики. Методы и средства измерения диагностических параметров.** Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования. Задачи и виды диагностического контроля техники. Прямые задачи диагностирования. Обратные задачи диагностирования. Классификация видов эксплуатационного контроля. Объективный и дефектоскопический контроль. Функциональное и тестовое диагностирование. Диагностирование по результатам измерения параметров. Показатели контролепригодности и диагностирования. Контролепригодность объектов и ее оценка. Показатели процессов диагностирования. Вероятность ошибки диагностирования. Вероятность правильного диагностирования и апостериорная вероятность ошибки. Продолжительность, трудозатраты и стоимость диагностирования.

**Тема 9. Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры**  
Диагностические параметры и состояния объектов. Определение технических состояний объекта. Отбор диагностических параметров. Информативность диагностических параметров. Минимизация набора диагностических параметров. Расчет минимального набора параметров для диагностирования многоэлементного объекта. Исследование влияния минимального набора параметров на состояние диагностируемой системы объекта.

**Тема 10. Программы и тесты диагностирования объектов.** Жестко-последовательные программы. Классификация программ поиска места отказа. Программы «по функциональной схеме». Программы «вероятность – время». Гибко-последовательные и комбинационные программы. Программы «по максимуму информации». Программы «половинного разбиения». Комбинационные программы. Диагностирование пересекающимися и непересекающимися тестами. Пересекающиеся тесты объекта с одиночным отказом. Пересекающиеся тесты объекта с множественными отказами. Контроль работоспособности объекта пересекающимися тестами. Контроль работоспособности объекта непересекающимися тестами. Эффективность диагностических тестов и программ. Определяющие и дополнительный показатели. Комплексный показатель полезности. Формирование диагностической программы «по функциональной схеме», «вероятность-время», «по максимуму информации». Исследование диагностических программ «по функциональной схеме», «вероятность-время», «по максимуму информации».

**Тема 11. Статистические методы при диагностировании.** Статистические решения. Метод Байеса. Диагностические решения на основе метода Байеса. Критерии статистических решений. Общие понятия о статистических решениях. Критерий минимального риска. Критерий минимального числа ошибочных решений. Критерий наибольшего правдоподобия. Критерий минимакса. Критерий Неймана-Пирсона. Принятие диагностических решений на основе метода Байеса и критерия минимального риска.

**Тема 12. Управление надежностью технических систем. Прогнозирование состояния технических объектов.** Режимы и модели диагностирования. Понятия о режимах диагностирования. Модель режимов диагностирования. Модель экранов. Оптимизация режимов диагностирования. Оптимизация режимов диагностирования по стоимости. Оптимизация режимов диагностирования по надежности. Управление запасным фондом деталей и агрегатов. Задачи оптимального проектирования системы запасного фонда деталей и агрегатов. Стратегии пополнения запасов элементов. Расчет достаточности одиночного комплекта запасного фонда деталей и агрегатов. Расчет достаточности ремонтного комплекта запасного фонда деталей и агрегатов. Расчет достаточности группового комплекта запасного фонда деталей и агрегатов. Модели изменения надежности объектов. Модель возникновения отказа. Модель изменения надежности. Параметрическая модель отказа объекта. Вероятностная модель изменения надежности. Лямбда-характеристики объектов. Прогнозирование на основе линейной регрессии. Оценка корректности прогнозных моделей. Прогнозирование на основе параболической регрессии.

**Тема 13. Классификация технических систем. Виды и факторы техногенного риска. Техногенный риск и безопасность.** Основные понятия и определения теории техногенного риска. Классификация и характеристика видов рисков (индивидуальный, технический, экологический, социальный, экономический). Причины введения понятия о приемлемом риске. Факторы, определяющие значения приемлемого риска. Развитие риска на промышленных объектах. Статистические данные об авариях и катастрофах. Основные факторы аварийности на производстве. Методы прогнозирования аварий и катастроф. Основные понятия, меры и показатели риска.

**Тема 14. Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска.** Управление рисками. Количественные показатели риска. Частота возникновения опасных событий. Вероятность наступления риска. Приемлемый риск. Системно-динамический подход к оценке риска. Моделирование рисков. Вероятность возникновения аварии. Процедуры метода статистического моделирования риска.

**Тема 15. Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска.** Нормативные значения риска. Снижение опасности риска. Принципы построения информационных технологий управления риском.

### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 2 Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности Практическое занятие № 1 «Определение единичных показателей надежности систем и машин»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 2 Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности Лабораторное занятие № 1 «Исследование систем управления посредством непараметрической оценки их показателей надежности»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 3 Параметрическая оценка показателей надежности Практическое занятие № 2 «Определение показателей надежности систем и машин при различных законах распределения»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 3 Параметрическая оценка показателей надежности Лабораторное занятие № 2 «Исследование показателей надежности параметрическими методами»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 4 Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования Практическое занятие № 3 «Расчет показателей надежности сложных систем»	4	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 4 Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования Лабораторное занятие № 3 «Исследование методов повышения показателей надежности в многомерных элементах»	4	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 5 Надежность объектов с профилактическими работами Практическое занятие № 4 «Расчет показателей надежности объекта с регламентными работами»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 5 Надежность объектов с профилактическими работами Лабораторное занятие № 4 «Исследование периодичности обслуживания систем и объектов различными способами»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 6 Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности Практическое занятие № 5 «Расчетные методы повышения надежности технических систем»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 6 Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности Лабораторное занятие № 5 «Исследование методов повышения надежности технических систем»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4

Тема 9 Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры Практическое занятие № 6 «Формирование минимального набора параметров для диагностирования многоэлементного объекта»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 9 Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры Лабораторное занятие № 6 «Исследование набора диагностических параметров для определения информативного признака о состоянии контролируемого объекта»	4	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 10 Программы и тесты диагностирования объектов Практическое занятие № 7 «Построение алгоритма поиска места отказа по матрице состояний»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 10 Программы и тесты диагностирования объектов Лабораторное занятие № 7 «Исследование методов поиска отказов и неисправностей и методик построения алгоритмов поиска отказов и неисправностей»	4	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 11 Статистические методы при диагностировании Практическое занятие № 8 «Принятие диагностических решений на основе метода Байеса»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 11 Статистические методы при диагностировании Лабораторное занятие № 8 «Построение и исследование графической модели эксплуатации объектов на основе метода статистических решений. Исследование диагностических методов по критерию минимального риска»	4	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 12 Управление надежностью технических систем. Прогнозирование состояния технических объектов. Практическое занятие № 9 «Расчет одиночного, ремонтного и группового комплекта запасного фонда деталей и агрегатов»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 12 Управление надежностью технических систем. Прогнозирование состояния технических объектов. Лабораторное занятие № 9 «Прогнозирование технического состояния элементов технических систем: на основе линейной и параболической регрессии»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 13 Классификация технических систем. Виды и факторы техногенного риска. Техногенный риск и безопасность. Практическое занятие № 10 «Содержание и структура риска»	4	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4

Тема 14 Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска. Практическое занятие № 11 «Определение риска воздействия опасных факторов»	4	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 14 Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска. Лабораторное занятие № 10 «Исследование риска воздействия опасных факторов в технических системах»	2	Защита лабораторной работы	ПК-4
Тема 15 Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска. Практическое занятие № 12 «Моделирование риска»	2	Отчет по решаемым задачам по вариантам	ПК-4
Тема 15 Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска. Лабораторное занятие № 11 «Разработка математической модели для оценки различных стратегий риска»	4	Защита лабораторной работы	ПК-4

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 2. Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 3. Параметрическая оценка показателей надежности.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 4. Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 6. Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 10. Программы и тесты диагностирования объектов.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 11. Статистические методы при диагностировании.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4

Тема 14. Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4
Тема 15. Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска.	Теоретическое изучение и анализ учебного материала в соответствии со структурой курса [1, 2 ]. Подготовка к лабораторному занятию [1, 1б ]. Подготовка к практическому занятию [1, 1б].	ПК-4

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования,

представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно

сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-3453-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115495> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Тимошенко, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : Учебник и практикум / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 502 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-8582-5. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>

б) дополнительная литература:

1. Афонин, В. А. Основы теории надежности [Электронный ресурс] / В. А. Афонин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-383-01030-3 : Б. ц.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование**

### **6.2. Программное обеспечение**

Пакет прикладных программ MATLAB со средой имитационного моделирования SIMULINK (лицензия ИГУ для образовательных учреждений).

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **7.1. Оценочные средства текущего контроля**

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Текущий контроль	Тема 2. Оценка надежности систем и машин. Непараметрическая оценка показателей надежности.	ПК-4

Текущий контроль	Тема 3 Параметрическая оценка показателей надежности	ПК-4
Текущий контроль	Тема 4. Оценка надежности многоэлементных объектов, эффективность резервирования.	ПК-4
Текущий контроль	Тема 6. Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности.	ПК-4
Текущий контроль	Тема 8 Основные понятия и методы технической диагностики. Методы и средства измерения диагностических параметров. Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования.	ПК-4
Текущий контроль	Тема 9 Распознавание состояний объектов аналитическими методами диагностики. Диагностические параметры	ПК-4
Текущий контроль	Тема 10 Программы и тесты диагностирования объектов	ПК-4
Текущий контроль	Тема 11 Статистические методы при диагностировании	ПК-4
Текущий контроль	Тема 14 Основные теории управления техногенными рисками. Анализ и оценка риска. Количественные показатели риска.	ПК-4
Текущий контроль	Тема 15 Системно-диагностический подход к оценке техногенного риска. Моделирование риска	ПК-4

### Примеры оценочных средств текущего контроля

#### 1. Демонстрационные варианты контрольной работы

##### Вариант 1

Дайте определение понятию «надежность».

Как вы понимаете смысл понятий «исправность» и «работоспособность»?

Чем характеризуется предельное состояние объекта?

Раскройте классификацию отказов.

Что такое интенсивность отказов и интенсивность восстановления?

Что такое «эффективность» и как она оценивается при эксплуатации объектов?

##### Вариант 2

Что такое безотказность и долговечность объектов?

Какова разница между отказом и дефектом объекта?

Раскройте понятие «наработка»?

Дайте определение вероятности безотказной работы объекта.

В чем отличие наработки объекта до отказа от наработки на отказ?

Какими показателями оценивается время использования объекта по назначению?

##### Вариант 3

В чем заключается свойство «ремонтпригодность»?

Из каких составляющих состоит свойство «надежность»?

Что такое «ресурс» и «срок службы»?

Перечислите критерии долговечности?

Поясните сущность критерия «параметр потока отказов».

Поясните разницу между единичными и комплексными показателями надежности объектов.

##### Вариант 4

Какова зависимость между вероятностью безотказной работы объекта и его средней наработкой на отказ?

Что означает «рассчитать систему на надежность»?

Перечислите порядок расчета надежности при основном соединении элементов в системе.

Вариант 5

Как связаны между собой вероятность безотказной работы и интенсивность отказов объекта?

Раскройте классификацию методов расчета систем.

Как учитываются режимы работы элементов в системе при расчете надежности?

Вариант 6

Поясните связь между вероятностью и интенсивностью восстановления объекта.

Поясните, что такое «ориентировочный метод расчета надежности систем».

В чем состоят особенности расчета надежности при учете восстановления и различной глубины контроля работоспособности элементов в системе?

Вариант 7

Дайте характеристику расчета характеристик надежности системы при последовательном соединении элементов.

Дайте характеристику расчета характеристик надежности системы при сложном соединении элементов.

Приведите классификацию и дайте характеристику методов резервирования.

Вариант 8

Дайте характеристику расчета характеристик надежности системы при параллельном соединении элементов.

Дайте характеристику расчета характеристик надежности системы при мостиковой схеме соединения элементов.

Приведите классификацию и дайте характеристику методов резервирования.

Вариант 9

Приведите классификацию методов повышения надежности.

Охарактеризуйте конструктивные методы повышения надежности.

Поясните методы повышения надежности на этапе проектирования и изготовления объекта.

Перечислите мероприятия, ведущие к улучшению восстанавливаемости объектов.

Как вы понимаете термины «индивидуальный и групповой ЗИП»?

Вариант 10

Приведите характеристику схемных методов повышения надежности.

Поясните возможности и методы повышения надежности при эксплуатации объекта.

Что такое «гарантийная вероятность» при расчете числа запасных элементов системы?

2. Демонстрационный вариант теста

№ 1

*Задачи контроля технического состояния объекта:*

1. Диагностика;
2. Прогнозирование;
3. Генезис;

4. Восстановление работоспособности.

№ 2

*Прямая задача диагностики объекта:*

1. Определение программы (алгоритма) поиска места отказа;
2. Определение технического состояния;
3. Минимизация набора диагностических параметров;
4. Выявление характерных технических состояний.

№ 3

*К показателям контролепригодности объекта относят:*

1. Коэффициент глубины поиска дефекта;
2. Интенсивность отказов;
3. Коэффициент полноты проверки исправности;
4. Вероятность правильного диагностирования.

№ 4

*Информативность диагностического параметра оценивают:*

1. В единицах измерения энтропии;
2. Вероятностными показателями;
3. Битах;
4. Бодах.

№ 5

*Для минимизации набора диагностических параметров используют:*

1. Метод И.М.Синдеева;
2. Метод Байеса;
3. Критерий Неймана-Пирсона;
4. Критерий минимакса.

№ 6

*В набор диагностических параметров не включают:*

1. Параметры, реагирующие на все технические состояния объекта;
2. Параметры с нулевой информативностью;
3. Параметры с большой трудоемкостью контроля;
4. Параметры, дублирующие друг друга.

№ 7

*К комбинационным программам поиска места отказа относят:*

1. Вероятность-время;
2. По функциональной схеме;
3. По таблице кодов;
4. Половинного разбиения.

№ 8

*К гибко-последовательным программам поиска места отказа относят:*

1. По методу Байеса;
2. Половинного разбиения;
3. Вероятность-время;
4. По функциональной схеме.

№ 9

*К жестко-последовательным программам поиска места отказа относят:*

1. По таблице кодов;
2. По максимуму информации;
3. Половинного разбиения;
4. Метод итераций.

№ 10

*В программах «вероятность-время» первым контролируют параметр:*

1. С минимальным временем контроля;
2. Позволяющий с наибольшей вероятностью указать отказавший элемент;
3. Имеющий наибольшее значение отношения вероятности ко времени;
4. Требующий минимальных материальных затрат.

№ 11

*В программах «по максимуму информации» во второй элементарной проверке суммарная вероятность отказа группы проверяемых элементов должна равняться:*

1. Примерно половине предшествующей вероятности;
2.  $\sim 0,25$ ;
3.  $\sim 0,125$ ;
4.  $\sim 0,5$ .

№ 12

*В программах «половинного разбиения» элементы диагностируемого объекта:*

1. В структурно-логических схемах имеют параллельное соединение;
2. Равнонадежны;
3. Требуют одинаковых трудозатрат для контроля;
4. При отказе лишают работоспособности весь объект.

№ 13

*В среднем наименьшего числа элементарных проверок требуют программы:*

1. По функциональной схеме;
2. По максимуму информации;
3. Вероятность-время;
4. По таблице кодов.

№ 14

*В таблице кодов символ «+» означает, что:*

1. При отказе данного элемента контролируемый параметр находится в технических условиях;
2. Данный контролируемый параметр реагирует на отказ данного элемента;
3. Данный контролируемый параметр не реагирует на отказ данного элемента;
4. При отказе данного элемента контролируемый параметр не находится в технических условиях

№ 15

*В пересекающихся диагностических тестах:*

1. Каждому тесту соответствует один диагностический параметр;
2. Один тест может реагировать на отказ только одного элемента;
3. Один тест может реагировать на отказ нескольких элементов;
4. Построчные и постолбцовые комбинации из «1» и «0» в матрице не повторяются.

№ 16

*При поиске места отказа пересекающимися тестами наиболее полезным (из неиспользованных) является тест:*

1. Имеющий максимальную суммарную вероятность обнаружения места отказа;
2. Имеющий минимальные суммарные трудозатраты;
3. Имеющий максимальные суммарные материальные затраты;
4. Имеющий минимальное значение отношения суммарных затрат (или трудозатрат) к суммарной вероятности обнаружения места отказа.

№ 17

*Процесс определения достаточного набора пересекающихся тестов прекращают как только:*

1. Будут перебраны все располагаемые тесты;
2. Для каждого возможного места отказа будет подобран наиболее полезный тест;
3. Будет выявлен отказ наиболее вероятного элемента.
4. Набор наиболее полезных тестов покроет все возможные технические состояния объекта.

№ 18

*Контроль работоспособности объекта пересекающимися тестами сводится к:*

1. Поиску всех отказавших элементов;
2. Поиску первого отказавшего элемента;
3. Поиску наиболее вероятного места отказа;
4. Проверке работоспособности всех элементов объекта.

№ 19

*В непересекающихся диагностических тестах:*

1. Каждый тест реагирует только на отказ одного (своего) элемента;
2. Один тест может реагировать на отказ нескольких элементов;
3. Строки и столбцы матрицы взаимосвязи тестов и элементов содержат уникальные комбинации единиц и нулей;
4. Столбцы матрицы взаимосвязи тестов и элементов могут иметь повторяющиеся комбинации единиц и нулей;

№ 20

*При поиске места отказа непересекающимися тестами наиболее полезным (из неиспользованных) является тест:*

1. Требующий при реализации наибольших затрат;
2. Реагирующий на наименее надежный элемент;
3. Имеющий наименьшее отношение затрат к вероятности отказа рассматриваемого элемента.
4. Имеющий наибольшее отношение затрат к вероятности отказа рассматриваемого элемента.

№ 21

*Полезность (эффективность) диагностических тестов зависит от:*

1. Коэффициента сохраняемости конструкции объекта при реализации теста;
2. Коэффициента информативности теста;
3. Коэффициента затрат на реализацию теста;
4. От достоверности контроля объекта.

№ 22

*При диагностике по статистическим данным используют критерии:*

1. Минимального числа ошибочных решений;
2. Минимального риска;
3. Минимакса;
4. Неймана-Пирсона.

№ 23

*Решающее правило в методах статистических решений позволяет:*

1. Определить отказавший элемент объекта;
2. Рассчитать надежность диагностируемого объекта;
3. Отнести диагностируемый объект к одному из двух возможных технических состояний;
4. Определить граничное значение диагностического параметра.

№ 24

*При диагностике ошибка первого рода это:*

1. Вероятность признать работоспособный объект неработоспособным;
2. Вероятность признать неработоспособный объект работоспособным;
3. Вероятность ложной тревоги.
4. Вероятность пропуска дефекта.

№ 25

*Риск ошибочности диагностического решения это:*

1. Сумма вероятности пропуска дефекта и ложной тревоги;
2. Произведение вероятности пропуска дефекта и ложной тревоги;
3. Это разность между стоимостью пропуска дефекта и ложной тревоги;
4. Это максимальный диапазон между вероятным выигрышем и вероятным проигрышем.

№ 26

*В критерии минимального риска учитывается:*

1. Вероятности пребывания объекта в каждом из двух альтернативных состояниях;
2. Стоимости последствий от пропуска дефекта и ложной тревоги;
3. Стоимости правильного определения каждого из двух альтернативных состояний.
4. Точность замера значений контролируемого параметра.

№ 27

*В критерии минимального числа ошибочных решений не учитывается:*

1. Вероятности пребывания объекта в каждом из двух альтернативных состояниях;
2. Стоимости последствий от пропуска дефекта и ложной тревоги;
3. Стоимости правильного определения каждого из двух альтернативных состояний;
4. Точность замера значений контролируемого параметра.

№ 28

*В критерии наибольшего правдоподобия граничное значение контролируемого параметра определяется для случая, когда:*

1. Вероятности пребывания объекта в каждом из двух альтернативных состояниях равны;
2. Стоимости последствий от пропуска дефекта и ложной тревоги равны
3. Вероятность ошибки первого рода равна вероятности ошибки второго рода;
4. Равны дисперсии значений контролируемого параметра в одном и в другом состояниях.

№ 29

*В критерии Неймана-Пирсона граничное значение контролируемого параметра определяют задавшись:*

1. Вероятностью ложной тревоги;

2. Вероятностью риска диагностирования;
3. Стоимостью последствий ложной тревоги;
4. Стоимостью последствий пропуска дефекта.

№ 30

*Модель возникновения отказа представляет собой:*

1. Математическую зависимость между контролируемым параметром и наработкой;
2. Графическую зависимость между контролируемым параметром и наработкой;
3. Все вышеперечисленное.

## **7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Список вопросов для промежуточной аттестации:**

1. Основные предметы исследования теории надежности.
2. Классификация терминов теории надежности.
3. Определения надежности и работоспособности объектов.
4. Понятия: невосстанавливаемые и восстанавливаемые объекты.
5. Определения понятий о свойствах надежности.
6. Физический смысл терминов: отказ, повреждение, неисправность, дефект.
7. Понятия: критерий, признак, факт, характер, физическая сущность, причина и последствия отказа.
8. Классификация эксплуатационных свойств объектов.
9. Модели возникновения внезапных и постепенных отказов и объяснить причины их появления. Явления, процессы, события и состояния, приводящие к появлению отказов.
10. Жизненный цикл объекта.
11. Основы положений теорий прочности.
12. Причины внезапных отказов.
13. Причины постепенных отказов.
14. Поддержание надежности объекта при эксплуатации.
15. Взаимосвязь понятий «прочность» и «надежность».
16. Физические основы надежности технических объектов.
17. Основные понятия о нагрузках (с точки зрения обеспечения прочности и надежности).
18. Анализ модели надежности «нагрузка - несущая способность». Анализ модели надежности «параметр-поле допуска».
19. Анализ модели надежности «нагрузка - несущая способность».
20. Анализ модели надежности «параметр-поле допуска».
21. Подходы к оценке надежности.
22. Оценка невосстанавливаемых объектов.
23. Оценка восстанавливаемых объектов.
24. Характеристики экспоненциального закона распределения наработки до отказа.
25. Характеристики закона распределения Вейбулла наработки до отказа.
26. Характеристики нормального закона распределения наработки до отказа.
27. Параметрическая оценка надежности при логарифмически нормальном распределении.
28. Параметрическая оценка надежности при экспоненциальном распределении.
29. Параметрическая оценка надежности при смеси двух экспоненциальных распределений.
30. Параметрическая оценка надежности при гамма-распределении.
31. Параметрическая оценка надежности при распределении Вейбулла.
32. Параметрическая оценка надежности при распределении Пуассона.

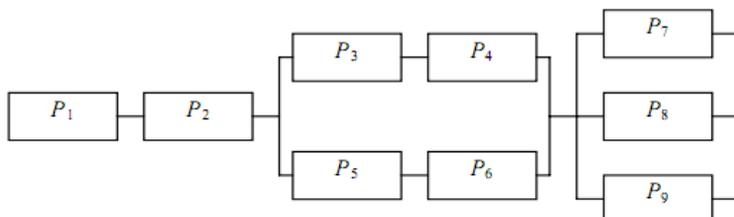
33. Параметрическая оценка надежности при биномиальном распределении.
34. Параметрическая оценка надежности при DN-распределении.
35. Изменение плотности вероятности наработки до отказа при разных законах распределения.
36. Изменение интенсивности отказов от наработки при разных законах распределения.
37. Аналитические зависимости между показателями безотказности восстанавливаемых объектов.
38. Физическая сущность безотказности восстанавливаемых объектов.
39. Единичные показатели надежности.
40. Безотказность как одно из свойств надежности.
41. Показатели безотказности и методы их определения.
42. Долговечность как одно из свойств надежности.
43. Показатели долговечности и методы их определения.
44. Ремонтопригодность как одно из свойств надежности.
45. Показатели ремонтопригодности и методы их определения.
46. Сохраняемость как одно из свойств надежности.
47. Показатели сохраняемости и методы их определения.
48. Параметры основных законов распределения непрерывных и дискретных случайных величин.
49. Методы оценки параметров распределения наработки до отказа.
50. Определение и физическая сущность комплексных показателей надежности.
51. Методы расчета коэффициента готовности.
52. Методы расчета коэффициента технического использования.
53. Оценка надежности многоэлементных объектов.
54. Оценка надежности при последовательном соединении элементов.
55. Оценка надежности при параллельном соединении элементов.
56. Оценка надежности при параллельно-последовательном соединении элементов.
57. Оценка надежности объектов с мостиковой схемой.
58. Оценка надежности объекта с зависимыми элементами.
59. Оценка надежности комплексных объектов.
60. Источники и задачи информации о надежности объектов.
61. Непараметрические методы оценки.
62. Оценка показателей надежности для восстанавливаемых объектов.
63. Виды резервирования объектов.
64. Виды структурного резервирования объектов.
65. Характеристика общего резервирования объектов.
66. Характеристика раздельного резервирования объектов.
67. Надежность объектов с регламентными работами.
68. Оценка периодичности обслуживания объектов.
69. Классификация методов повышения надежности.
70. Резервирование как метод повышения надежности систем.
71. Способы уменьшения интенсивности отказов для повышения надежности системы.
72. Сокращение времени непрерывной работы и восстановления с целью повышения надежности системы.
73. Влияние периодичности и объема профилактических мероприятий на надежность систем.
74. Общие понятия надежности оперативного персонала сложных систем.
75. Виды и формы отказов персонала.
76. Классификация ошибок оперативного персонала.
77. Основные понятия и методы технической диагностики.
78. Информационные основы технической диагностики.

79. Методы и средства измерения диагностических параметров.
80. Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования.
81. Основные понятия технической диагностики.
82. Функциональное и тестовое диагностирование.
83. Диагностирование по результатам измерения параметров.
84. Показатели контролепригодности и диагностирования.
85. Диагностические параметры и состояния объектов.
86. Отбор диагностических параметров.
87. Информативность диагностических параметров.
88. Минимизация набора диагностических параметров.
89. Жестко-последовательные программы поиска места отказа.
90. Классификация программ поиска места отказа.
91. Программы «по функциональной схеме».
92. Программы «вероятность – время».
93. Гибко-последовательные и комбинационные программы поиска места отказа.
94. Диагностирование пересекающимися и непересекающимися тестами.
95. Эффективность диагностических тестов и программ.
96. Статистические методы при диагностировании. Метод Байеса.
97. Общие понятия о статистических решениях.
98. Критерий статистических решений Неймана-Пирсона.
99. Режимы и модели диагностирования.
100. Понятия о режимах диагностирования.
101. Модель режимов диагностирования. Модель экранов.
102. Оптимизация режимов диагностирования.
103. Оптимизация режимов диагностирования по стоимости и надежности.
104. Управление запасным фондом деталей и агрегатов.
105. Задачи оптимального проектирования системы запасного фонда деталей и агрегатов.
106. Стратегии пополнения запасов элементов.
107. Модели изменения надежности объектов.
108. Модель возникновения отказа.
109. Модель изменения надежности.
110. Параметрическая модель отказа объекта.
111. Вероятностная модель изменения надежности.
112. Лямбда-характеристики объектов.
113. Прогнозирование на основе линейной регрессии.
114. Оценка корректности прогнозных моделей.
115. Прогнозирование на основе параболической регрессии.
116. Прогнозирование технических состояний объектов.
117. Основные источники аварий и катастроф.
118. Классификация, статистика и прогнозирование аварий и катастроф.
119. Причины аварийности на производстве.
120. Аварийная подготовленность. Аварийное реагирование
121. Основы теории риска. Понятие риска.
122. Развитие риска на промышленных объектах.
123. Основы методологии анализа риска.
124. Нормативные значения риска. Допустимый риск.
125. Снижение опасности риска. Управление риском.
126. Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском.

**Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:**

1. На испытание было поставлено 1000 однотипных единиц РЭА. За первые 3000 ч. отказало 80 единиц, а за интервал времени 3000–4000 ч. отказало еще 50 единиц. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов в промежутке времени 3000–4000 ч.

2. Техническая система предназначена для выполнения некоторой задачи. С целью обеспечения работоспособности система спроектирована со смешанным соединением. Определить надежность системы, если известно, что надежность ее элементов равна:  $p_1 = 0,99$ ;  $p_2 = 0,98$ ;  $p_3 = 0,9$ ;  $p_4 = 0,95$ ;  $p_5 = 0,9$ ;  $p_6 = 0,9$ ;  $p_7 = 0,99$ ;  $p_8 = 0,75$ ;  $p_9 = 0,7$ .



3. В организации предполагается постановка на предпродажное хранение группы объектов электроподвижного состава. Из опыта известны законы распределения сроков хранения (в сутках) и значения параметров этих распределений для составных частей аналогичных объектов, в частности:

колесных пар и рам тележек – экспоненциальное распределение с параметром  $\lambda = 0,00017$ ;

корпуса – распределение Вейбулла с параметрами: места  $a = 3093$ ; формы  $b = 1,2$ ;

силовая установка (тяговых двигателей и силового электрооборудования) – нормальное распределение с параметрами: среднее  $\bar{t} = 613$ ; среднее квадратическое отклонение  $\sigma_t = 291$ ;

оборудование – логарифмически нормальное распределение с параметрами: среднее  $\bar{t} = 5,8$ ; среднее квадратическое отклонение  $\sigma_t = 4,7$ .

4. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных компонентов, за 3000 часов отказало 80 компонентов. Требуется определить вероятности безотказной работы  $P(t)$  и отказа  $Q(t)$  при  $t = 3000$  ч.

5. На испытание поставлено  $N_0 = 400$  изделий. За время  $t=3000$  ч отказало 200 изделий, т.е.  $n(t) = 400-200=200$ . За интервал времени  $(t, t+\Delta t)$ , где  $\Delta t = 100$  ч, отказало 100 изделий, т.е.  $\Delta n(t)=100$ . Требуется определить  $P(3000)$ ,  $P(3100)$ ,  $f(3000)$ ,  $\lambda(3000)$ .

6. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $\lambda=2,5 \cdot 10^{-5} / \text{ч}$ . Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента  $P(t)$ ,  $Q(t)$ ,  $\phi(t)$ ,  $T_{\text{ср}}$  для  $t=1000$  ч.

7. На основе матрицы с избыточным набором параметров  $X$  и набором характерных состояний  $S$  (таблица 1) определить минимальный набор диагностических параметров и сформировать диагностическую программу комбинационного типа для системы топливопитания двигателя. Программу оформить в виде таблицы кодов. Сформулировать выводы по заданию.

Исходные данные

Таблица 1

Параметры $X_j$		Состояния $S_i$				
		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$
$X_1$	$\Delta p$	1	0	0	0	0
$X_2$	$I$	0	1	0	0	0
$X_3$	$U$	0	1	0	0	0
$X_4$	$P_{\text{пнб}}$	1	1	0	1	1

$X_5$	$\Delta P_\phi$	1	1	1	1	1
$X_6$	$P_{пнд}$	0	1	0	1	1
$X_7$	$W$	0	1	0	1	1
$X_8$	$\Pi$	0	0	0	1	0

Примечание.

$X_1$  - давление в магистрали наддува топливного бака;

$X_3$  - сила тока в цепи подкачивающего насоса топливного бака (ПНТБ);

$X_3$  - напряжение в цепи ПНТБ;

$X_4$  - давление за ПНТБ;

$X_5$  - перепад давлений на топливном фильтре;

$X_6$  - давление за подкачивающим насосом двигателя (ПНД);

$X_7$  - расход топлива за ПНД

$X_8$  - световой сигнал положения заслонки пожарного крана.

$S_1$  - отказ магистрали наддува топливного бака;

$S_2$  - отказ ПНТБ;

$S_3$  - отказ топливного фильтра;

$S_4$  - отказ пожарного крана;

$S_5$  - отказ ПНД.

8. Для пневмосистемы изделия накоплен опыт диагностирования ее элементов и соответствующий статистический материал: вероятности отказов  $q_i$  и время проверки их работоспособности  $\tau_i$  (таблица 1). Требуется сформировать диагностическую программу «вероятность-время», которую предполагается использовать для поиска отказавших элементов вместо программы «по функциональной схеме». По результатам выполнения задания сформулировать выводы.

Исходные данные для задания

Таблица 1

	Элементы пневмосистемы																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	
$q_i$	0,02	0,01	0,04	0,09	0,01	0,07	0,04	0,12	0,02	0,01	0,06	0,04	0,02	0,11	0,01	0,21	0,03	0,08	
$\tau_i$ , мин.	18	2	7	34	9	3	12	14	40	8	10	5	8	14	6	28	8	15	

9. Для пневмосистемы изделия требуется сформировать наиболее эффективную диагностическую программу «по максимуму информации», которую предполагается использовать для поиска отказавших элементов вместо программы «вероятность-время». Считать, что пневмосистема обеспечивает возможность контроля в одной элементарной проверки группы смежных элементов. При этом элементарная проверка сводится к контролю работоспособности самого последнего элемента группы. Располагаемые данные по надежности элементов представлены в таблице 1. По результатам выполнения задания сформулировать выводы.

Исходные данные для задания

Таблица 1

	Элементы пневмосистемы																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	
$q_i$	0,02	0,01	0,04	0,09	0,01	0,07	0,04	0,12	0,02	0,01	0,06	0,04	0,02	0,11	0,01	0,21	0,03	0,08	

10. Рассчитать показатель достаточности ремонтного комплекта запасных частей и агрегатов. Пусть этот комплект, приданный ремонтному органу, содержит элементы трех типов ( $N = 3$ ). Необходимо вычислить  $\Delta^*$  с точностью  $\epsilon = 0,1$ . Исходные данные по всем типам элементов заданы в таблице 1.

Исходные данные для задания

Таблица 1

$i$	$\lambda_i$	$\sigma_i$	$\alpha_i$	$T_{i_1}$	$n_i$
1	0,00001	0,000001	1	1000	2
2	0,001	0	4	100	3
3	0,001	0	3	20	1

11. Рассчитать показатель достаточности группового комплекта запасных частей и агрегатов. Исходные данные по групповому комплекту из элементов трех типов заданы в таблице 1. Показатель достаточности такого комплекта ЗИП определить с точностью  $\varepsilon = 0,1$  ч.

Исходные данные для задания

Таблица 1

$i$	$r_i$	$S_i$	$\lambda_i$	$\sigma_i$	$\alpha_i$	$T_i$	$n_i$
1			0,001	0,0001	1	1000	4
2	3	5	0,01	0	3	24	2
3	2	5	0,01	0	4	24	3

Разработчик: Салтыков Александр Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений.