

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.11.2023 17:43:44  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 12 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Направление подготовки

**12.03.01 Приборостроение**

Направленность программы бакалавриата

**Инновационные методы и системы преобразования информации в цифровой индустрии**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

**Кафедра автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2022

Б1.В.09

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	5
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	5
4.3. Занятия лекционного типа.....	6
4.4. Занятия семинарского типа.....	7
4.4.1. Семинары, практические занятия.....	7
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	9
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	10
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11
Приложение № 1.....	12

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-2</b> Способен применять эффективные подходы к решению задач приборостроения с учетом современных требований управления качеством</p>	<p><b>ПК-2.1</b> Осуществляет оценку характеристик надежности измерительных систем, использует современные методы анализа отказов при разработке и эксплуатации контрольно-измерительной техники</p>	<p><b>Знать:</b> способы расчета основных показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем (ЗН-1); методы повышения надежности за счет различного вида резервирования и включения функций диагностирования технических и программных систем (ЗН-2); алгоритмы расчета оценок показателей надежности по результатам испытаний; методы обработки данных при контрольных испытаниях на надежность. (ЗН-3);</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать значения основных показателей надежности (У-1); выполнять априорный анализ надежности системы с учетом режима ее эксплуатации и проводить сравнительный анализ систем с различными вариантами резервирования (У-2);</p> <p><b>Владеть:</b> идеологией разработки измерительных систем на всех этапах проектирования с позиции обеспечения заданной уровня надежности. (Н-1); навыками разработки диагностических моделей и оценки показателей надежности ремонтнопригодных систем с различными структурно-логическими схемами надежности, анализировать собранные данные по отказам системы и ее элементов с целью определения причины отказа и формирования диагностической модели (Н-2).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.09) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Автоматизация технологических процессов и производств». Полученные в процессе изучения дисциплины «Надежность и диагностика измерительных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Проектирование механизмов, приборов и средств автоматизации», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (2)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (36)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение, основные понятия и определения	2			4	ПК-2	ПК-2.1
2	Единичные и комплексные показатели надежности технических и программных средств	6	6		6	ПК-2	ПК-2.1
3	Оценка надежности по результатам испытаний	6	10		4	ПК-2	ПК-2.1
4	Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем	6	8		8	ПК-2	ПК-2.1
5	Методы повышения надежности восстанавливаемых систем	8	12		4	ПК-2	ПК-2.1
6	Диагностика, как средство повышения надежности в условиях эксплуатации	8			8	ПК-2	ПК-2.1
Итого		36	36	-	34		

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	<b>ПК-2.1</b>	Введение, основные понятия и определения Единичные и комплексные показатели надежности Оценка надежности по результатам испытаний Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем Методы повышения надежности восстанавливаемых систем Диагностика, как средство повышения надежности в условиях эксплуатации

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Введение, основные понятия и определения.</b> История развития теории надежности. Понятия надежности системы и элемента, отказа, наработки. Надежность как комплексное свойство: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность. Классификация отказов.	2	ЛВ
2	<b>Единичные и комплексные показатели надежности технических и программных средств.</b> Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем, ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности. Основные математические модели, наиболее часто используемые в расчетах надежности.	6	ЛВ
3	<b>Оценка надежности по результатам испытаний.</b> Эксплуатационные и лабораторные испытания. Точные и интервальные оценки показателей надежности при определительных испытаниях на надежность. Контрольные испытания, одноступенчатый и многоступенчатый методы контроля.	6	ЛВ
4	<b>Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем.</b> Использование структурно-логических схем для решения задач надежности. Классификация методов повышения надежности. Методика расчета систем с разными вариантами структурного резервирования. Расчет систем с временным резервированием и информационной избыточностью. Достоинства и недостатки методов, область применения.	6	ЛВ
5	<b>Методы повышения надежности восстанавливаемых систем.</b> Метод переходных интенсивностей (граф состояний и переходов системы, математическое описание его, нахождение показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем). Достоинства и недостатки методов, область применения.	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<b>Диагностика, как средство повышения надежности в условиях эксплуатации.</b> Сравнение понятий «надежность» и «диагностика». Понятие объекта диагностики, отказа, неисправности, диагностического решения. Классификация методов диагностики неисправностей. Классификация диагностических моделей.	8	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Расчет статистических оценок единичных и комплексный показателей надежности. Определение основных показателей надежности через вероятностное описание закона распределения наработки до отказа и потока отказов.	6	1	ЗК, МШ
3	Расчет основных показателей надежности в зависимости от выбранного плана определительных испытаний.	10	1	ЗК, МШ
4	Расчет надежности невосстанавливаемых систем при различных соединениях элементов системы методами свертки комбинированной системы: метода разложения относительно особого элемента, путем преобразование треугольник-звезда или звезда-треугольник, путем определения граничных оценок вероятности безотказной работы системы сверху и снизу. Расчет надежности системы управления с применением различных вариантов структурного резервирования.	8		ЗК, МШ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
5	Применение метода расчета на основе графа состояний и переходов и системы дифференциальных уравнений, описывающих его. Изучение методов расчета систем, включающих восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы на примере задачи дублирования с восстановлением.	12		ЗК, МШ

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение, основные понятия и определения: нормативные документы в области надежности (ГОСТ 27.002-2015, Система стандартов «Надежность в технике», ГОСТ 24.701-86 и др.)	4	Устный опрос №1
2	Вероятностные и статистические оценки основных и дополнительных показателей надежности. Выражение одних показателей через другие при использовании различных вероятностных моде-	6	Письменный опрос (тест) №1
3	Методика проведения определительных испытаний на надежность. Точечные и интервальные оценки основных показателей надежности, определяемые при различных законах распределения наработки (ГОСТ 27.002-2015).	4	Письменный опрос (тест) №4
4	Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем: определение показателей надежности систем контроля, регулирования, сигнализации, защиты и дистанционного управ-	8	Письменный опрос (тест) №2
5	Методы повышения надежности восстанавливаемых систем: определение требуемого уровня надежности на разных стадиях создания системы.	4	Письменный опрос (тест) №3
6	Методы распознавания образов при мониторинге и диагностике. Использование словаря неисправностей для построения дерева решений. Контрольные карты.	8	Устный опрос №3

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>



## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя теоретическими вопросами (для проверки знаний) и задачей (для проверки умений и навыков). При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Основные термины и определения в области надежности. Классификация отказов.
2. Скользящее резервирование, как вид резервирования с замещением и с дробной кратностью.
3. Определить выигрыш в надежности по вероятности безотказной работы на момент времени 1000ч., если три основных элемента резервируются одним элементом (все элементы равно надежны  $\lambda = 4 \cdot 10^{-4}$ ) и при этом использовано резервирование с замещением и дробной кратностью.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Шишмарев, В.Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – Москва: Академия, 2010. - 304 с. – ISBN 978-5-7695-6251-8.
2. Половко, А.М. Основы теории надежности: практикум: учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. – 559 с. — ISBN 5-94157-542-4.
3. Острейковский, В.А. Теория надежности: учебник для вузов / В. А. Острейковский. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2008. – 463 с. — ISBN 978-5-06-005954-0.
4. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов/ Б. М. Бржозовский, А. А. Игнатъев, В. В. Мартынов, А. Г. Схиртладзе. - 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2008. – 379 с. — ISBN 978-5-94178-171-3.

### **б) электронные учебные издания:**

1. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115514> (дата обращения: 10.05.2021). — Режим доступа: по подписке.
2. Ведерникова, И. И. Введение в теорию надежности : учебник / И. И. Ведерникова, С. А. Егоров, Н. Е. Егорова. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 148 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154550> (дата обращения: 05.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использова-

ния результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

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

Все виды занятий по дисциплине «Надежность и диагностика измерительных систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

#### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

#### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- PTC Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating);
- АСКОН Компас 3D LT V12 Академическая лицензия.

#### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

<http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий**, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

#### **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; компьютеры; доска; демонстрационный экран, проектор.

#### **Помещение для самостоятельной работы,**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор, экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Надежность и диагностика измерительных систем»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способен применять эффективные подходы к решению задач приборостроения с учетом современных требований управления качеством	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-2.1</b> Осуществляет оценку характеристик надежности измерительных систем, использует современные методы анализа отказов при разработке и эксплуатации контрольно-измерительной техники	Перечисляет способы расчета основных показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-6 к экзамену.	Перечисляет основные показатели надежности безотказности и ремонтпригодности	Дает статистическое или вероятностное определение показателей надежности	Приводит статистическое и вероятностное определение показателей надежности
	Называет методы повышения надежности за счет различного вида резервирования и включения функций диагностирования технических и программных систем (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 18-24 к экзамену.	Поясняет классификацию методов и способов повышения надежности.	Дает описание выбранного способа структурного резервирования и приводит расчётные выражения для отдельных показателей надежности.	Обоснованно выбирает метод повышения надежности за счет структурного резервирования и за счет использования диагностики технических систем
	Описывает алгоритмы расчета оценок показателей надежности по результатам испытаний; методы обработки данных при контрольных испытаниях на надежность. (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 33-39 к экзамену.	Перечисляет методы обработки статистических данных при проведении контрольных и эксплуатационных испытаний	Раскрывает алгоритмы расчета показателей надежности при обработке статистических данных определительных и контрольных испытаний	Показывает полный алгоритм получения показателей надёжности от постановки эксперимента до расчёта количественных оценок показателей надежности
	Рассчитывает значения основных показателей надежности (У-1);	Правильные ответы на вопросы № 7-9 к экзамену.	Перечисляет вероятностные модели априорного расчете показателей надежности	Приводит вероятностное описание показателей надежности в зависимости от конкретного закона распределения наработки	Может обоснованно выбрать закон распределения наработки для описания отдельного технического устройства или системы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					мы и составить систему расчета показателей надежности
	Выполняет априорный анализ надежности системы с учетом режима ее эксплуатации, проводить сравнительный анализ систем с различными вариантами резервирования (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 25-26 к экзамену.	Способен составить граф состояний и переходов восстанавливаемо системы	Формирует граф восстанавливаемо системы с использованием дополнительных блоков структурного резервирования, расчетные выражения для оценки показателей надежности восстанавливаемых систем	Формирует расчетные выражения для оценки показателей надежности комбинированных систем с различными вариантами структурного резервирования
	Использует идеологию разработки измерительных систем всех этапах проектирования с позиции обеспечения заданной уровня надежности. (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 10-17 к экзамену.	Может составить структурно-логическую схему надежности технической системы и выполнить расчет показателей надежности	Может производить свертку сложных структурно-логических схема надежности и формировать расчётные выражения для расчета показателей надежности	Способен определять в структурно-логической схеме надежности слабые узлы и производить их усиление методов структурного резервирования
	Владеет навыками разработки диагностических моделей и оценки показателей надежности ремонтпригодных систем с различными структурно-логическими схемами надежности, анали-	Правильные ответы на вопросы № 27-32, 40-44 к экзамену.	Проводит анализ статистической информации по классификации отказов и формирует структурно-логическую схему надежности	Формирует дерево отказов по результатам обработки статических данных и классификации отказов	Из классических подходов выбирает тип диагностической модели, осуществляет ее разработку и формирует расчетные выражения для оценки по-

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	зирать собранные данные по отказам системы и ее элементов с целью определения причины отказа и формирования диагностической модели (Н-2).				казателей надежности с учетом функции диагностики.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1. Основные термины и определения в области надежности. Понятие объекта, системы. Надежность – как комплексное свойство объекта.
2. Работоспособное и предельное состояния объекта, классификация отказов.
3. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности объекта (вероятность безотказной работы и вероятность отказа, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа)
4. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности объекта (интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов)
5. Единичные показатели надежности. Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости объекта
6. Комплексные показатели надежности.
7. Основные законы распределения наработки. Распределение Вейбулла
8. Основные законы распределения наработки. Экспоненциальное распределение. Суперпозиция законов распределения.
9. Основные законы распределения наработки. Распределение Рэлея и нормальный закон распределения.
10. Этапы расчета надежности невосстанавливаемых систем.
11. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем с последовательным (основным) соединением элементов.
12. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с параллельным соединением элементов.
13. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы типа « $m$  из  $n$ ».
14. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с мостиковой структурой методом прямого перебора.
15. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы сложной структуры с использованием метода преобразования «треугольника» в «звезду» и обратно.
16. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с мостиковой структурой с использованием метода минимальных путей. Логико-вероятностный метод расчета надежности невосстанавливаемой системы.
17. Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с мостиковой структурой с использованием методом минимальных сечений и метода разложения относительно особого элемента.
18. Общее резервирование невосстанавливаемых систем с постоянно включенным резервом и с целой кратностью.
19. Расчет надежности систем с нагруженным дублированием.
20. Общее резервирование замещением.
21. Надежность системы при раздельном резервировании и с целой кратностью.
22. Мажоритарное резервирование.
23. Резервирование с дробной кратностью постоянное и с замещением.
24. Скользящее резервирование, как вид резервирования с замещением и с дробной кратностью.
25. Надежность восстанавливаемых систем. Составление графа состояний и переходов. Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих граф и расчет показателей надежности.
26. Расчет надежности восстанавливаемых системы с графом состояний из  $n$  последовательных переходов. Анализ функции готовности.
27. Расчет надежности восстанавливаемой нерезервированной систем с основным соединением элементов.



28. Расчет надежности восстанавливаемых систем с резервированием типа нагруженное дублирование и дублирование с замещением
29. Диагностика, как средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Основные требования, предъявляемые к системам диагностики.
30. Взаимосвязь функциональных и информационных потоков в системе диагностики
31. Представление данных в системе диагностики (нечеткие переменные, критерии уверенности)
32. Классификация методов диагностики.
33. Законы распределения отказов и сбоев.
34. Способы оценки надежности по результатам испытаний.
35. Определительные испытания на надежность. Методика проверки на соответствие априорно заданного закона распределения реальному распределению случайной величины.
36. Определительные испытания на надежность. Процедура планирования и подготовки испытаний.
37. Определительные испытания на надежность. Точечные и интервальные оценки показателей надежности.
38. Контрольные испытания на надежность. Одноступенчатый метод контроля.
39. Контрольные испытания на надежность. Двухступенчатый метод контроля. Метод последовательного контроля.
40. Диагностические феноменологические модели и модели на базе балансных уравнений
41. Диагностические модели на основе качественных соотношений
42. Диагностические статистические модели. Контрольные карты.
43. Диагностические статистические модели. Контрольные карты.
44. Диагностические статистические модели. Модели на базе метода главных компонент.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).