

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 21.09.2023 14:02:22  
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  
« 11 » января 2022 г.

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

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы бакалавриата

**Автоматизация технологических процессов и производств**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Факультет информационных технологий и управления**

**Кафедра автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2022

Б1.В.12

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент И.В. Рудакова

Рабочая программа дисциплины «Диагностика и надежность автоматизированных систем»  
обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности  
протокол от «29» декабря 2021г. № 3  
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и  
управления протокол от «29» декабря 2021г. № 4  
Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подго- товки «Автоматизация технологиче- ских процессов и производств»		О.А. Ремизова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
4. Содержание дисциплины. ....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	7
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	7
4.3. Занятия лекционного типа.....	8
4.4. Занятия семинарского типа. ....	9
4.4.1. Семинары, практические занятия. ....	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся. ....	10
4.5.1. Темы и содержание контрольных работ .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии. ....	13
10.2. Программное обеспечение. ....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	14
Приложение № 1 .....	15

**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-1</b> Способен осуществлять тестирование, готовить отчетную техническую документацию с соблюдением норм, стандартов и технических условий в области автоматизированных систем управления производством</p>	<p><b>ПК-1.3</b> Расчеты структурной и функциональной надежности систем автоматизации, с учетом решения задач повышения надежности проектируемых систем, при учете применения систем диагностики</p>	<p><b>Знать:</b> способы расчета основных показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем (ЗН-1); методы повышения надежности систем автоматизации за счет различного вида резервирования и включения функций диагностирования технических и программных систем (ЗН-2); алгоритмы расчета оценок показателей надежности систем и средств автоматизации по результатам испытаний; методы обработки данных при контрольных испытаний на надежность. (ЗН-3).</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать значения основных показателей надежности на различных этапах проектирования систем автоматизации (У-1); выполнять априорный анализ надежности проектируемой системы с учетом режима ее эксплуатации и проводить сравнительный анализ систем с различными вариантами резервирования (У-2); использовать результаты анализа эксплуатационных испытаний на надежность для оценки соответствия системы заложенным требованиям; анализировать собранные данные по отказам системы и ее элементов с целью определения причины отказа и формирования диагностической модели (У-3).</p> <p><b>Владеть:</b> идеологией разработки систем автоматизации на всех</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>этапах проектирования с позиции обеспечения заданной уровня надежности. (Н-1);</p> <p>навыками разработки диагностических моделей и оценки показателей надежности ремонтпригодных систем с различными структурно-логическими схемами надежности (Н-2);</p> <p>навыками формирования документации, сопровождающей проведение эксплуатационных и контрольных испытаний систем на надежность, и последующей процедуры обработки собранных данных (Н-3).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.12) и изучается на 4 и 5 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Автоматизация технологических процессов и производств», «Вычислительные машины и контроллеры», «Технические средства автоматизации и управления». Полученные в процессе изучения дисциплины «Диагностика и надежность автоматизированных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Проектирование систем 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>5/ 180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	8 (2)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>155</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр1-Кр3
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (9)</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	0,5			15	ПК-1	ПК-1.3
2	Единичные и комплексные показатели надежности технических и программных средств	1,5	2		15	ПК-1	ПК-1.3
3	Оценка надежности по результатам испытаний	1	2		15	ПК-1	ПК-1.3
4	Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем	1	2		20	ПК-1	ПК-1.3
5	Методы повышения надежности восстанавливаемых систем	1	2		25	ПК-1	ПК-1.3
6	Оценка надежности АСУТП	1			20	ПК-1	ПК-1.3
7	Диагностика, как средство повышения надежности в условиях эксплуатации	1			25	ПК-1	ПК-1.3
8	Методы распознавания образов при мониторинге и диагностике	1			20	ПК-1	ПК-1.3
Итого		8	8	-	155		

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	<b>ПК-1.3</b>	Введение, основные понятия и определения Единичные и комплексные показатели надежности технических и программных средств Оценка надежности по результатам испытаний Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем Методы повышения надежности восстанавливаемых систем Оценка надежности АСУТП Диагностика, как средство повышения надежности в условиях эксплуатации

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная 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.	0,5	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.	1,5	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.	1	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.	1	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.	1	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<b>Оценка надежности АСУТП</b> Подходы к расчету надежности АСУТП. Надежностная чувствительность. Оценка надежности в условиях эксплуатации. Надежность оперативного персонала. Надежность программного обеспечения. Оценка интегральной безопасности.	1	ЛВ
7	<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.	1	ЛВ
8	<b>Методы распознавания образов при мониторинге и диагностике</b> Методы классификации и анализа образов. Методы выделения признаков классификации. Словари неисправностей. Кластерный анализ. Контрольные карты процесса. Контрольные карты Шухарта. Карты накопленных сумм. Карты скользящего геометрического среднего. Верификация данных на базе направленного сигнала графа.	1	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.	2	1	ЗК, МШ
3	Расчет основных показателей надежности в зависимости от выбранного плана определительных испытаний.	2	1	ЗК, МШ

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
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.	2		ЗК, МШ
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.	2		ЗК, МШ

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дис- циплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма кон- троля
1	Введение, основные понятия и определения: нормативные документы в области надежности (ГОСТ 27.002-89, Система стандартов «Надежность в технике», ГОСТ 24.701-86 и др.)	15	Устный опрос №1
2	Вероятностные и статистические оценки основных и дополнительных показателей надежности. Выражение одних показателей через другие при использовании различных вероятностных моде-	15	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 27.002-83).	15	Письменный опрос (тест) №4
4	Методы повышения надежности невосстанавливаемых систем: определение показателей надежности систем контроля, регулирования, сигнализации, защиты и дистанционного управ-	20	Письменный опрос (тест) №2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Методы повышения надежности восстанавливаемых систем: определение требуемого уровня надежности на разных стадиях создания системы.	25	Письменный опрос (тест) №3
6	Обеспечение надежности АСУ ТП при эксплуатации (определение численности эксплуатационного персонала, количества запасных частей, стратегия технического обслуживания). Определение показателей надежности функций АСУ ТП (особенности, примеры).	20	Устный опрос №2
7	Методы распознавания образов при мониторинге и диагностике. Использование словаря неисправностей для построения дерева решений. Контрольные карты.	25	Устный опрос №3
8	Методы распознавания образов при мониторинге и диагностике. Использование словаря неисправностей для построения дерева решений. Контрольные карты накопительных сумм, геометрического среднего.	20	Устный опрос №3

#### 4.5.1 Темы и содержание контрольных работ

Контрольные работы выполняются после завершения лекционных и практических занятий. Результат выполнения контрольных работ оценивается в форме: «зачтено», «не зачтено».

Контрольная работа № 1: Определение единичных и комплексных показателей надежности по результатам обработки статистических данных и при использовании вероятностных моделей наработки системы.

Содержание: решение 3 индивидуальных задач на определение статистических и вероятностных значений показателей надёжности с применением различных типов вероятностных моделей.

Контрольная работа № 2: Особенности построения структурно-логических схем надежности (СЛСН), свертка СЛСН и вывод выражений для расчета показателей надежности системы.

Содержание: определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из  $n$  равнонадёжных элементов. Исходные данные - СЛСН, отражающая влияние отказа каждого из элементов на работоспособность системы в целом.

Контрольная работа № 3: Расчет надежности систем со структурным резервированием с учетом восстанавливаемости и не восстанавливаемости систем.

Содержание: Для системы основного соединения элементов ( $\lambda_i$  - интенсивность отказов элементов,  $1/\mu_i$  – интенсивность восстановления,  $1/\mu_i$ ) составить структурно-логическую схему надежности и учетом приведенных в задании вариантов структурного резервирования и рассчитать вероятность безотказной работы системы. Найти коэффициент выигрыша в надежности.

## **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, 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.
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. Бржозовский, Б. М. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов/ Б. М. Бржозовский, А. А. Игнатьев, 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 использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.tti-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 «Диагностика и надежность автоматизированных 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.

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.**

1. Для проведения занятий в интерактивной форме:
  - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, аудитория №13. 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (30 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер;
  - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №18 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (24 посадочных места), доска, 12 компьютеров, сетевое оборудование.
2. Для самостоятельной работы студентов:

кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, аудитория №14 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (20 посадочных мест).

### **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 «Диагностика и надежность автоматизированных систем»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен осуществлять тестирование, готовить отчетную техническую документацию с соблюдением норм, стандартов и технических условий в области автоматизированных систем управления производством	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-1.3</b> Расчеты структурной и функциональной надежности систем автоматизации, с учетом решения задач повышения надежности проектируемых систем, при учете применения систем диагностики	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 систем автоматизации 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 систем и средств автоматизации 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 на различных этапах проектирования систем автоматизации (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 и составить систе-



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					му расчета показателей надежности
	Выполняет априорный анализ надежности проектируемой 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 восстановления 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
	Используют результаты анализа эксплуатационных испытаний на надежность для оценки соответствия системы заложенным требованиям; анализировать собранные данные по отказам системы и ее элементов с целью определения причины отказа и формирования диагностической модели (У-3)	Правильные ответы на вопросы № 50-58 к экзамену.	Умеет применить методики прописанные в ГОСТ Р МЭК 61508 для оценки показателей надежности с учетом результатов эксплуатационных испытаний	Выбирает архитектуру АСУ согласно ГОСТ Р МЭК 61508 и проводит расчет и сравнительный анализ целесообразности их применения в зависимости от результатов эксплуатационных испытаний	Выполняет анализ отказов и коррекцию архитектуры АСУ согласно ГОСТ Р МЭК 61508, формирует диагностические модели для системы раннего обнаружения развития отказа объекта
	Использует идеологию разработки систем автоматизации на 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 надежно-	Способен определять в структурно-логической схеме надежности слабые узлы и производить их усиление методов структурного резер-

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				сти	вирования
	Владеет навыками разработки диагностических моделей и оценки показателей надежности ремонтпригодных систем с различными структурно-логическими схемами надежности (Н-2).	Правильные ответы на вопросы № 27-32 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 показателей надежности с учетом функции диагностики.
	Владеет навыками формирования документации, сопровождающей проведение эксплуатационных и контрольных испытаний систем на надежность, и последующей процедуры обработки собранных данных (Н-3).	Правильные ответы на вопросы № 40-49 к экзамену.	Ставит в соответствие количественные оценки показателей надежности и основные условия эксплуатации.	Выполняет расчет чувствительности показателей надёжности в зависимости от схемы соединения и по результатам данных эксплуатационных и контрольных испытаний	Составляет структурно-логическую схему надежности при достижении заданного уровня надёжности по результатам анализа эксплуатационных и контрольных испытаний.

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

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

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. Оценка надежности в условиях эксплуатации.
41. Особенности АСУТП с позиций расчета надежности.
42. Классификация методов повышения надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем. Оценка выигрыша в надежности.
43. Влияние надежности на показатели качества процесса.
44. Влияние надежности на метрологические показатели автоматизированной системы управления.
45. Влияние надежности АСУТП на показатели безопасности автоматизированной системы управления.
46. Влияние надежности на показатели эффективности автоматизированной системы управления.
47. Оценка чувствительности показателей надежности системы к изменению характеристик элементов системы.
48. Оценка надежности человека, как элемента системы управления.
49. Оценка надежности программного обеспечения.
50. Расчет надежности систем с информационной и избыточностью и временным резервированием.
51. Понятие интегрального уровня безопасности и его определение через показатели, введенные ГОСТ Р МЭК 61508.
52. Описание и особенности применения архитектур 1001, 1002, 1002D, 2002, 2003 и 1003 представленных в ГОСТ Р МЭК 61508.
53. Примеры программных комплексов для расчета надежности автоматизированных систем.
54. Диагностические феноменологические модели и модели на базе балансных уравнений
55. Диагностические модели на основе качественных соотношений
56. Диагностические статистические модели. Контрольные карты.
57. Диагностические статистические модели. Контрольные карты.
58. Диагностические статистические модели. Модели на базе метода главных компонент.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и задачу.

Пример задачи: для системы, состоящей из 3-х элементов, интенсивности отказов которых равны:  $\lambda_1 = 0,8 \cdot 10^{-6}$ ,  $\lambda_2 = 0,7 \cdot 10^{-5}$  и  $\lambda_3 = 0,8 \cdot 10^{-5}$ , предусмотрено две цепочки общего постоянного включенного резервирования. Резервные цепи состоят из однотипных с основной цепью элементов. Найти вероятность безотказной работы системы с резервированием на момент времени 1000ч.

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 СПбГТИ(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»).