Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра автоматизации и информационных систем

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Диагностика и надежность автоматизированных систем

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(направленность (профиль): «Автоматизированные системы управления технологическими процессами и производствами»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e95695aa2c5fd4a2ad858d663abfeefbdf88f7d3
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 2 апреля 2026 г. по 26 июня 2027 г.
Дата и время: 26-05-2026 10:46:08 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний, необходимых при создании и эксплуатации автоматизированных систем в соответствии с теорией и практикой диагностики и обеспечения надежности систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

– ознакомление с основными понятиями теории надежности;
– изучение методов расчета надежности автоматизированных систем;
– освоение методологии контроля и диагностирования автоматизированных систем.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Теория вероятностей и математическая статистика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Проектирование автоматизированных систем.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-4: Способен разрабатывать проекты автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-4.1 Подготавливает исходные данные, формирует требования к автоматизированной системе управления	– знать: терминологию и показатели, применяемые для оценки надежности систем; методы расчета надежности

		технологическими процессами, предварительные и основные проектные решения для автоматизированной системы управления и ее частей	систем различных типов; методологию контроля и диагностирования средств и систем автоматизации. – уметь: формировать предварительные и основные проектные решения, обеспечивающие надежность автоматизированной системы управления и ее частей.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***51***	*51*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия теории надежности;

Тема 1.1 История развития теории надежности (Ранняя история надежности. Классическая теория и практика надежности. Современная теория надежности.);

Тема 1.2 Основные термины и определения (Понятие надежности , составляющие надежности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Виды технического состояния объекта: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное, отказ, сбой, повреждение. Основные временные понятия теории надежности, восстанавливаемые объекты, невосстанавливаемые объекты);

Тема 1.3 Основные показатели надёжности (Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов. Показатели долговечности: средний срок службы, средний ресурс. Показатели ремонтопригодности: среднее время восстановления, интенсивность восстановления. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент вынужденного простоя. Количественная оценка показателей надежности.);

Тема 1.4 Надежность автоматизированных систем управления (Надежность комплекса технических средств. Классификация отказов. Надежность программного обеспечения. Надежность оперативного персонала);

Тема 1.5 Резервирование и его виды (Виды резервирования. Классификация структурного резервирования, основные определения. Основные схемы расчета надёжности по способу включения резервных элементов: постоянное, раздельное, замещением, скользящее. Виды резервных элементов и режимы работы при нагруженном, облегченном и ненагруженном резервах. Расчетно-логическая схема структурного резервирования сложной системы);

Раздел 2 Расчет надежности, испытания на надежность и диагностирование автоматизированных систем управления;

Тема 2.1 Основные методы расчета надежности (Этапы разработки системы: предэскизный проект, разработка технического задания, эскизный, технический, рабочий проекты, стендовые и натурные испытания. Уровни расчетов надежности. Порядок расчета надежности);

Тема 2.2 Повышение надежности автоматизированных систем управления (Уменьшение интенсивности отказов элементов системы. Снижение опасных нагрузок системы. Резервирование. Сокращение времени непрерывной работы. Уменьшение времени восстановления. Организация рациональной периодичности и объема контроля систем.

Активизация человеческого фактора. Защита оборудования, программ и персонала от внешних воздействий);

Тема 2.3 Надежность невосстанавливаемых нерезервированных и резервированных систем (Определение вероятности безотказной работы и средней наработки до отказа нерезервированных невосстанавливаемых систем. Определение вероятности безотказной работы с использованием модели слабейшего звена. Примеры расчета надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем.Общее резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью. Надежность системы при раздельном резервировании с постоянно включенным резервом. Общее резервирование с замещением. Смешанное резервирование неремонтируемых систем. Мажоритарное резервирование элементов и систем);

Тема 2.4 Надежность восстанавливаемых нерезервированных и резервированных систем (Надежность нерезервированной восстанавливаемой одноэлементной системы. Надежность нерезервированной системы с последовательно включенными восстанавливаемыми элементами. Особенности расчета надежности резервированных восстанавливаемых систем. Методика расчета надежности резервированных восстанавливаемых систем);

Тема 2.5 Испытания на надежность (Виды испытаний на надежность: определительные, контрольные, ускоренные испытания);

Тема 2.6 Диагностирование состояния автоматизированных систем (Виды диагностирования. Классификация методов диагностирования. Показатели диагностирования. Системы технического диагностирования).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Основные понятия теории надежности		
Тема 1.1.	История развития теории надежности надежности	2	
Тема 1.2.	Основные термины и определения	2	
Тема 1.3.	Основные показатели надежности	4	
Тема 1.4.	Надежность автоматизированных систем управления	2	
Тема 1.5.	Резервирование и его виды	4	
Раздел 2.	Расчет надежности, испытания на надежность и		

	диагностирование автоматизированных систем управления		
Тема 2.1.	Основные методы расчета надежности	2	
Тема 2.2.	Повышение надежности автоматизированных систем управления	4	
Тема 2.3.	Надежность невосстанавливаемых нерезервированных и резервированных систем	4	
Тема 2.4.	Надежность восстанавливаемых нерезервированных и резервированных систем	4	
Тема 2.5.	Испытания на надежность	2	
Тема 2.6.	Диагностирование состояния автоматизированных систем	2	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.3.	Расчет количественных показателей надежности невосстанавливаемых устройств по статистическим данным об отказах	2	
Раздел 1; Тема 1.3.	Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых устройств по статистическим данным об отказах	2	
Раздел 2; Тема 2.3.	Расчет надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных систем.	4	
Раздел 2; Тема 2.4.	Расчет надежности восстанавливаемых нерезервированных систем. Расчет надежности восстанавливаемых	4	

	резервированных систем		
Раздел 2; Тема 2.5.	Определение объема наблюдений для определительных испытаний по планам [N U N], [N U r], [N U T] при заданных показателях достоверности и точности	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	31	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**60**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые	**Контролируемые**	**Оценочные средства**

разделы (темы) дисциплины	компетенции	
Раздел 1.	ПК-4	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-4	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-4	1. Вопросы к зачету; 2. Задачи к зачету

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы

по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 30 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
30	не менее 24	зачтено
23	-	не зачтено

12.2.2 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно	0,5

- в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Если обучающийся в среднем за семестр набрал не менее 3 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 3 баллов – «не зачтено».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; задачи к зачету.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. – URL: https://urait.ru/bcode/598796 (дата обращения: 24.05.2026);

2 Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 341 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11452-2. – URL: https://urait.ru/bcode/598942 (дата обращения: 24.05.2026);

3 Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-8001-2. – URL: https://e.lanbook.com/book/171887 (дата обращения: 24.05.2026);

4 Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 551 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19935-2. – URL: https://urait.ru/bcode/583341 (дата обращения: 24.05.2026);

5 Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-1756-8. – URL: https://e.lanbook.com/book/211829 (дата обращения: 24.05.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL:

https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Составитель(и):

доцент Тараборина Елена Николаевна (кафедра автоматизации и информационных систем).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник управления эксплуатации
АСУ ТП ООО «ЕвразТехника»  Крупин Е. А.

Приложение

1 Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1 Дайте определение вероятности случайного события;

2 Дайте определение дискретной случайной величины и перечислите способы ее задания;

3 Дайте определение непрерывной случайной величины и перечислите способы ее задания;

4 Как вычисляются математическое ожидание и дисперсия случайной величины как дискретной, так и непрерывной?

5 Изложите суть равномерного закона распределения и его числовые характеристики;

6 Изложите суть показательного закона распределения и его числовые характеристики;

7 Изложите суть правила «трех сигм»;

8 В чем заключается выборочный метод? Что называют генеральной и выборочной совокупностями?

9 Что называют статистическим рядом распределения?

10 Дайте определение эмпирической функции распределения;

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Раздел 1

1 Событие, заключающееся в нарушении работоспособности системы, т.е. в переходе её из работоспособного в неработоспособное состояние, называется:

а) самоустраняющийся отказ;

б) сбой;

в) отказ.

2 Свойства технической системы, характеризующие надежность:

а) безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость;

б) долговечность, защищенность, сохраняемость, безотказность;

в) ремонтопригодность, сохраняемость, корректируемость, долговечность.

3 Вставьте пропущенное слово:

«…» - самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора.

4 Отказ объекта, произошедший в результате нарушения процесса изготовления, ремонта или технологии называется:

а) конструкционный отказ;

б) производственный отказ;

в) эксплуатационный отказ.

5 Подшипники качения относятся к

а) невосстанавливаемым изделиям;

б) ремонтируемым объектам;

в) восстанавливаемым изделиям.

6 Вставьте пропущенное слово:

Каждое отдельное несоответствие объекта установленным нормам или требованиям называется «…».

7 Отношение времени восстановления к сумме времени наработки на отказ и времени восстановления, взятых за один и тот же календарный срок, это

а) коэффициент вынужденного простоя;

б) коэффициент технического использования;

в) коэффициент оперативной готовности.

8 Как называется свойство системы или элемента непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки?

а) надежность;

б) безотказность;

в) сохраняемость.

9 Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно, называется:

а) предельное состояние;

б) неисправное состояние;

в) неработоспособное состояние.

10 Надежность какой системы оценивается вероятностью правильного решения задач:

а) человеко-машинной;

б) технической;

в) биологической.

11 Поиск ошибки при выполнении программы в тестовой или моделируемой среде, называется:

а) отладкой;

б) верификацией;

в) валидацией.

12 Вставьте пропущенное слово:

«…» - это метод повышения надежности системы путем включения избыточных элементов, либо других резервных средств, обеспечивающих выполнение системой требуемых функций;

13 Средняя наработка до отказа является показателем:

а) безотказности;

б) долговечности;

в) ремонтопригодности.

14 Какие бывают виды резервов в зависимости от режима работы:

а) нагруженный, облегченный, ненагруженный;

б) интенсивный, средний, малый;

в) быстрый, нормальный, медленный.

15 Резервирование, при котором резервные элементы участвуют в функционировании объекта наравне с основными, называется:

а) постоянным;

б) раздельным;

в) скользящим;

г) с замещением.

Раздел 2

16 Ориентировочный расчет норм надежности производится на этапе:

а) предэскизный проект;

б) эскизный проект;

в) технический проект;

г) рабочий проект.

17 Чем характеризуется степень избыточности?

а) кратностью резервирования;

б) количеством резервных объектов;

в) количеством основных объектов.

18 Какие модели часто используются на этапе предварительного анализа надежности систем:

а) дифференциальные уравнения;

б) простые статические модели;

в) эмпирические модели;

19 Вставьте пропущенное слово:

Отказоустойчивые системы базируются на введении избыточности: «…», информационной и избыточности по времени.

20 Какой способ не относится к способам повышения надежности при производстве:

а) совершенствование технологии и организации производства, его автоматизация;

б) применение инструментальных методов контроля качества продукции при статистически обоснованных выборках;

в) технологическая тренировка элементов и систем;

г) унификация элементов и систем.

21 Какой уровень расчета надежности соответствуют техническому проектированию?

а) ориентировочный;

б) окончательный с учетом режимов работы элементов и факторов, воздействующих на систему;

в) прикидочный;

г) окончательный с учетом дополнительных факторов, зависящих от принятых схемных и конструктивных решений.

22 Какие показатели используются при расчете надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем?

а) вероятность безотказной работы;

б) средняя наработка до отказа;

в) коэффициент готовности.

23 Модель слабейшего звена используется при исследовании надежности системы, состоящей из :

а) последовательного соединения звеньев;

б) параллельного соединения звеньев;

в) последовательно-параллельного соединения звеньев.

24 Резервирование, при котором в нагруженном режиме находится нечетное количество (не менее трех) однотипных элементов и результатом работы объекта принимается одинаковый результат работы большинства основных элементов, называется:

а) мажоритарным;

б) скользящим;

в) приоритетным.

25 Для повышения надежности каких систем используют мажоритарное резервирование?

а) цифровых;

б) аналоговых;

в) импульсных.

26 Резервирование, при котором функции основного элемента передаются резервному только после отказа основного элемента, называется:

а) постоянным;

б) раздельным;

в) скользящим;

г) с замещением.

27 При каком мажорировании результат формируется как число, большее меньшего и меньшее большего?

а) арифметическом;

б) медианном;

в) кодовом.

28) Какой способ резервирования предусматривает перестройку структуры системы при отказе ее элемента:

а) постоянное;

б) динамическое;

в) мажоритарное.

29 Исходя из места проведения, испытания на надежность бывают:

а) лабораторные (стендовые);

б) полигонные;

в) эксплуатационные;

г) ведомственные;

государственные.

30) Какие условные буквенные обозначения имеют планы испытаний?:

а) N;

б) M;

в) X;

г) Y;

д) Z.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий на практические работы

Раздел 1 Основные понятия теории надежности

1 На испытание поставлено 1000 образцов невосстанавливаемых изделий. В период времени равный 100 ч отказало 50 образцов. Требуется определить частоту *f(t)* отказов изделий за временя Δt.

2 На испытание поставлено 1500 образцов невосстанавливаемых изделий. В период времени равный 250 ч отказало 300 образцов. Требуется определить интенсивность λ(t) отказов.

3 За наблюдаемый период эксплуатации восстанавливаемой системы в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановле t_6 = 28 мин, t_7 = 25 мин, t_8 = 31 мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

4 Время безотказной работы восстанавливаемой системы $t_{ср}$ = 75 ч и среднее время восстановления $t_в$ = 1,3 ч. Требуется определить коэффициент вынужденного простоя.

Раздел 2 Расчет надежности, испытания на надежность и диагностирование автоматизированных систем управления

1 Система состоит из 12 000 однотипных элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda = 0{,}32*10^{-6}$ ч$^{-1}$.

Требуется определить вероятность безотказной работы в течение интервала времени t = 50 ч и среднюю наработку до первого отказа.

2 Система имеет три резервные цепи (m= 3), $\lambda_0 = 10^{-4}$ 1/ч. Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до отказа основной цепи и резервированной системы для t = 1000 ч.

3 Рассмотрим восстанавливаемую систему, у которой параметр потока отказов $\lambda = 10^{-5}$ $ч^{-1}$ = const, средняя интенсивность восстановления $\mu = 10^{-2}$ $ч^{-1}$. Требуется оценить увеличение надежности этой системы за
счет более высокой организации ремонтов, в частности при повышении интенсивности восстановления вдвое (сокращении вдвое времени восстановления).

4 Определить коэффициенты готовности и оперативной готовности резервированной восстанавливаемой системы, которая состоит из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) с мажоритарным резервированием и блока энергообеспечения (БЭО) без резерва со значениями интенсивностей отказов соответственно: $\lambda 1 = 2{,}5 \cdot 10^{-4}$ $ч^{-1}$; $\lambda_2 = 0{,}9 \cdot 10^{-3}$ $ч^{-1}$. Интенсивности восстановления обоих устройств одинаковы: $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 1 \cdot 10^{-1}$ $ч^{-1}$. Интенсивность отказов мажоритарного элемента $\lambda_{мэ} = 10^{-5}$ $ч^{-1}$, а интенсивность его восстановления равна μ. Время функционирования
t = 0,3 ч.

5 Для плана [*NUN*] определить такое число объектов наблюдений, чтобы с односторонней доверительной вероятностью < = 0,90 относительная ошибка , в определении среднего ресурса не превышала 0,10. Ресурс распределен нормально с коэффициентом вариации . = 0,2.

4 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

1 Дайте характеристику ранней истории надежности.

2 Как развивалась классическая теория и практика надежности?

3 Дайте характеристику современной теории надежности.

4 Характеристика основных видов технического состояния объектов.

5 Что понимают под отказом объекта? Физическая природа отказов технических систем.

6 Отказ и повреждение объекта. Понятие сбоя и дефекта. Привести примеры.

7 Вероятность безотказной работы и вероятность отказа. Средняя наработка на отказ.

8 Основные показатели долговечности.

9 Основные показатели ремонтопригодности.

10 Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности по результатам испытаний.

11 В каких состояниях могут находится элементы и системы АС?

12 Назовите существующие пути повышения надежности элементов и устройств АС.

13 Особенности надежности восстанавливаемых объектов.

14 Методы функционального диагностирования АС.

15 Как зависит надежность элемента от нагрузок и прочности?

16 Составляющие надежности АСУ ТП. Надежность комплекса технических средств.

17 В каких задачах исследования применяется экспоненциальное распределение и почему?

18 Какие виды резервирования вы знаете?

19 Что понимают под человеческим фактором? Какое влияние может оказывать человеческий фактор на надежность технических систем?

20 Какими показателями характеризуется надежность оператора?

21 Основные методы расчета надежности.

22 Определение невосстанавливаемой системы. В каком случае при исследовании надежности системы используется модель слабейшего звена?

23 Методика расчета надежности резервированных восстанавливаемых систем .

24 Тестовое диагностирование систем.

25 Виды испытаний при исследовании надежности.

5 Задачи к зачету для промежуточной аттестации

1 На испытание поставлено 1000 однотипных образцов невосстанавливаемых изделий. За промежуток времени Δt =3000 ч отказало 80 образцов. Требуется определить вероятность безотказной работы P(t).

2 На испытание поставлено 1000 образцов невосстанавливаемых изделий. В период времени равный 100 ч отказало 50 образцов. Требуется определить частоту *f(t)* отказов изделий за временя Δt.

3 На испытание поставлено 1500 образцов невосстанавливаемых изделий. В период времени равный 250 ч отказало 300 образцов. Требуется определить интенсивность λ(t) отказов.

4 За наблюдаемый период эксплуатации восстанавливаемой системы в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: t_1 = 12 мин, t_2 = 23 мин, t_3 = 15 мин, t_4 = 9 мин, t_5 = 17 мин, t_6 = 28 мин, t_7 = 25 мин, t_8 = 31 мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

5 Время безотказной работы восстанавливаемой системы $t_{ср}$ = 75 ч и среднее время восстановления $t_в$ = 1,3 ч. Требуется определить коэффициент вынужденного простоя.

6 Восстанавливаемая система состоит из 12 600 элементов, средняя интенсивность отказов $\lambda_{ср}(t) = 0{,}32 \cdot 10^{-3} ч^{-1}$. Требуется

определить вероятность безотказной работы в течении t = 50 часов. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон распределения.

7 Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна $\lambda_1 = 0{,}16*10^{-3}$ ч$^{-1}$. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств зависят от времени и определяются следующими формулами:

$$\lambda_2 = 0{,}23*10^{-4}t, \text{ ч}^{-1};$$
$$\lambda_3 = 0{,}6*10^{-7}t^{2,6}, \text{ ч}^{-1}.$$

Требуется определить вероятность безотказной работы изделия в течение 100 ч.

8 Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени t равна $p(t) = 0{,}9997$. Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из $n = 100$ таких элементов.

9 В системе электроснабжения при профилактических работах, связанных с подготовкой электроустановок к работе зимой или для производства летних работ, многие электроустановки планово отключаются
два раза в год. Требуется определить вероятность безотказной работы электрооборудования, функционирующего в режиме нагруженного дублирования, при $T_0 \geq 10$ лет, $\lambda_0 \leq 10^{-1}$ 1/год и $t = 0{,}5$ года.

10 Система имеет три резервные цепи ($m = 3$), $\lambda_0 = 10^{-4}$ 1/ч. Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до отказа основной цепи и резервированной системы для $t = 1000$ ч.

11 Требуется рассчитать вероятность безотказной работы резервированной системы, которая состоит из процессора, устройства вводавывода, оперативного запоминающего устройства, постоянного запоминающего устройства и блока энергообеспечения с соответствующими значениями интенсивностей отказов:

$$\lambda_1 = 30*10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \lambda_2 = 20*10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$
$$\lambda_3 = 10*10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \lambda_4 = 14*10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \lambda_5 = 10*10^{-4} \text{ ч}^{-1}.$$

Время функционирования $t = 25$ ч.

12 Рассмотрим восстанавливаемую систему, у которой параметр потока отказов $\lambda = 10^{-5}$ ч$^{-1}$ = const, средняя интенсивность восстановления $\mu = 10^{-2}$ ч$^{-1}$. Требуется оценить увеличение надежности этой системы за счет более высокой организации ремонтов, в частности при повышении интенсивности восстановления вдвое (сокращении вдвое времени восстановления).

13 Восстанавливаемая система состоит из четырех последовательно включенных элементов с параметрами надежности: $k_{г1} = 0{,}4$; $k_{г2} = 0{,}5$; $k_{г3} = 0{,}625$; $k_{г4} = 0{,}714$. Известно, что λ_i = const; μ_i = const. Определить коэффициент надежности.

14 Определить значения показателей надежности нерезервированной системы, которая состоит из следующих устройств с

соответствующими значениями интенсивностей отказов и восстановления:

- телекоммуникационной системы: $\lambda_1 = 28*10^{-5}$ ч$^{-1}$; $\mu_1 = 9*10^{-1}$ ч$^{-1}$;
- программного обеспечения: $\lambda_2 = 30*10^{-5}$ ч$^{-1}$; $\mu_2 = 7{,}5*10^{-1}$ ч$^{-1}$;
- наземного управляющего компьютера: $\lambda_3 = 15*10^{-5}$ ч$^{-1}$;

$\mu_3 = 3{,}5*10^{-1}$ ч$^{-1}$;

- устройства сопряжения: $\lambda_4=10*10^{-5}$ ч$^{-1}$; $\mu_4 = 2{,}5*10^{-1}$ ч$^{-1}$;
- системы электропитания: $\lambda_5=20*10^{-4}$ ч$^{-1}$; $\mu_5=8*10^{-1}$ ч$^{-1}$;
- системы управления летательного аппарата, которая, в свою очередь, состоит из следующих элементов с соответствующими значениями интенсивностей отказов и восстановления:

– бортового компьютера: $\lambda_6 = 12*10^{-5}$ ч$^{-1}$;
– исполнительных устройств: $\lambda_7 = 3*10^{-5}$ ч$^{-1}$;
– датчиков: $\lambda_8 = 1{,}5*10^{-5}$ ч$^{-1}$;
– бортовой батареи: $\lambda_9 = 1{,}2*10^{-5}$ ч$^{-1}$;
– $\mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = 1{,}2*10^{-1}$ ч$^{-1}$.

Время функционирования системы t = 0,5 ч.

15 Определить коэффициенты готовности и оперативной готовности резервированной восстанавливаемой системы, которая состоит из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) с мажоритарным резервированием и блока энергообеспечения (БЭО) без резерва со значениями интенсивностей отказов соответственно: $\lambda_1 = 2{,}5*10^{-4}$ ч$^{-1}$;

$\lambda_2 = 0{,}9*10^{-3}$ ч$^{-1}$. Интенсивности восстановления обоих устройств одинаковы: $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 1*10^{-1}$ ч$^{-1}$.

Интенсивность отказов мажоритарного элемента $\lambda_{мэ} = 10*5$ ч$^{-1}$, а интенсивность его восстановления равна μ. Время функционирования t = 0,3 ч.

16 Для плана [*NUN*] определить такое число объектов наблюдений, чтобы с односторонней доверительной вероятностью β = 0,90 относительная ошибка δ в определении среднего ресурса не превышала 0,10. Ресурс распределен нормально с коэффициентом вариации v = 0,2.

17 Для плана [*NUr*] определить такое число объектов наблюдений *N*, чтобы с односторонней доверительной вероятностью β = 0,80 определить 90%- ный ресурс объектов. Установленное число предельных состояний r = 5.

18 Для плана [*NUT*] определить такую продолжительность наблюдений *T* за 25 объектами, чтобы с односторонней доверительной вероятностью β = 0,95 относительная ошибка , в определении средней наработки до отказа не превышала 0,15. Наработка до отказа распределена нормально с коэффициентом вариации v = 0,3; предположительно средняя наработка до отказа $t_{ср}$ = 400 ч.

19 Определить, какое из мероприятий оказывает большее влияние на надежность цифрового блока системы управления, состоящего из 100 интегральных микросхем с интенсивностью отказов: $\lambda = 10^{-5}\,ч^{-1}$

а) снижение интенсивности отказа микросхем в два раза;

б) использование схем нагруженного дублирования всего блока.

20 В течение наблюдаемого периода эксплуатации аппаратуры было зафиксировано 5 отказов. Время восстановления составило: t_1 = 0,1 ч; t_2 = 0,05 ч; t_3 = 0,2 ч; t_4 = 0,25 ч; t_5 = 0,15 ч. Определите среднее время восстановления аппаратуры.

21 Интенсивность отказов системы управления равна $\lambda = 0{,}01\ ч^{-1}$. Среднее время восстановления равно 10 ч. Определите вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени t = 20 ч.

22 На испытание была поставлена 1000 однотипных датчиков давления. За 5000 ч отказало 75 устройств. Определите вероятность безотказной работы и вероятность отказа датчиков в течение 5000 ч.

23 Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из устройств в течение 100 ч равны $P_1(t) = 0{,}95$; $P_2(t) = 0{,}98$. Принимая допущение об экспоненциальном законе надежности, определите среднюю наработку до первого отказа системы.

24 Система состоит из трех модулей, средние наработки до первого отказа которых равны соответственно: T_1 = 200 ч; T_2 = 300 ч; T_3 = 500 ч. Для модулей справедлив экспоненциальный закон надежности. Определите среднюю наработку до отказа всей системы.

25 В восстанавливаемой системе, у которой параметр потока отказов $\lambda = 10^{-5}\ ч^{-1} = const$, средняя интенсивность восстановления $\mu = 10^{-2}\ ч^{-1}$. Требуется оценить увеличение надежности этой системы за счет более высокой организации ремонтов, в частности при повышении интенсивности восстановления вдвое (сокращении вдвое времени восстановления).