

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 05.02.2025 12:12:35

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«05» сентября 2024г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Отказобезопасность сложных технических систем»

Направление подготовки – 27.04.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) – «Проектирование систем управления технологическим
оборудованием микроэлектроники»

Москва 2024

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в результате взаимодействия с партнерами по «Передовой инженерной школе» МИЭТ и направлена на опережающую подготовку инженерно-технических кадров отрасли «Электронное машиностроение», создание конкурентоспособного облика электронной промышленности Российской Федерации, развитие научно-технического и кадрового потенциала и реализацию научно-технических решений на основе отечественной элементной базы.

Целью дисциплины является формирование у студентов системы знаний для задач идентификации опасностей и оценки уровня отказобезопасности систем управления технологическими процессами в микроэлектронике.

Поставленная цель обеспечивается следующими задачами:

- изучение методов и средств идентификации опасностей и оценки отказобезопасности сложных технических систем в микроэлектронике;
- приобретение умений применять математические методы для анализа отказов систем и проведения качественного и количественного анализа отказобезопасности сложных технических систем;
- приобретение опыта оценки уровня отказобезопасности и эффективности сложных технических систем.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-4 «Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами»	ОПК-4. ОТБСТС Способен осуществлять идентификацию опасностей, оценку величины риска и эффективность сложных технических систем математическими методами	Знает основные принципы и процедуры идентификации опасностей, оценки величины риска, повышения уровня отказобезопасности при проектировании сложных технических систем
		Умеет применять математические методы качественного и количественного анализа отказобезопасности сложных технических систем
		Имеет опыт оценки уровня отказобезопасности и эффективности сложных технических систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входными требованиями к освоению дисциплины является изучение таких дисциплин, как: «Теория автоматического управления», «Электротехника», «Электронные устройства автоматики», «Технические средства автоматизации и управления», «Метрология и измерительная техника», «Вычислительные машины, системы и сети», «Теория вероятностей». «Автоматизация технологических процессов в микроэлектронной промышленности». Таким образом, для успешного освоения дисциплины, требуются общие знания схемотехники, электротехники и электроники, законов и принципов управления, датчиковой аппаратуры, преобразователей, вычислительных средств, основ автоматизации технологических процессов.

Дисциплина «Отказобезопасность сложных технических систем» обобщает знания по выбору методов и средств автоматизации технологического оборудования микроэлектроники и оценке эффективности их использования.

На данной дисциплине основываются следующие дисциплины образовательной программы: «Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронике», «Промышленные контроллеры в системах управления», «Микропроцессорные устройства и системы микроэлектроники», «Проектирование систем управления технологическими процессами управления с использованием SCADA-систем».

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	3	108	32	-	32	44	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Основы	16	-	16	22	Входное тестирование

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
отказобезопасности систем					Тестирование по модулю 1 Контрольная работа 1 Защита БДЗ 1 «Количественная оценка отказобезопасности систем»
Модуль 2. Обеспечение отказобезопасности систем в процессе проектирования	16	-	16	22	Тестирование по модулю 2 Защита БДЗ 2 «Качественная оценка отказобезопасности систем» Итоговое тестирование
Всего	32	-	32	44	

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Общие понятия и определения надежности и отказобезопасности систем. Состояния и отказы систем. Классификация повреждений и отказов. Виды восстановления систем.
	2	2	Основные показатели надежности и методы их расчета Показатели надежности и их функциональная взаимосвязь. Математические основы расчета показателей надежности.
	3	2	Количественные методы оценки отказобезопасности систем. Типы количественных методов оценки отказобезопасности систем. Прогнозирование интенсивности отказов.
	4	2	Схемные методы оценки отказобезопасности систем Структурные схемы надежности. Анализ расчетно-логических схем надежности.
	5	2	Методы повышения надежности и отказобезопасности систем. Типы методов повышения надежности и отказобезопасности. Расчет потери производительности систем при появлении отказа.
	6	2	Методы резервирования систем без восстановления. Постоянное резервирование систем. Общее и поэлементное резервирование. Нагруженный, облегченный и ненагруженный

			резерв.
	7	2	Методы резервирования систем с восстановлением. Резервирование замещением. Резервирование с дробной кратностью. Скользящее резервирование.
	8	2	Управление надежностью и отказобезопасностью технических систем. Цель и основные этапы анализа отказобезопасности. Методы анализа отказобезопасности. Выбор типа анализа и глубины исследования.
M2	9	2	Основы оценки рисков и опасности отказов. Идентификация опасности. Оценивание риска. Связь стадий жизненного цикла с применяемыми методами обеспечения надежности и отказобезопасности.
	10	2	Методы оценки на ранних этапах проектирования Исследование опасности и связанных с ней проблем. Оценка функциональной опасности. Анализ видов, последствий и критичности отказов.
	11	2	Методы оценки отказобезопасности систем при независимых отказах. Сводка видов и последствий отказов. Суммирование наработок. Анализ блок-схемы отказов.
	12	2	Методы оценки отказобезопасности систем при зависимых отказах. Анализ дерева событий. Анализ дерева неисправностей. Таблица состояний.
	13	2	Специфические методы качественной оценки отказобезопасности Анализ общих причин. Анализ общего режима. Анализ специфического риска. Зонный анализ безопасности.
	14	2	Концепции разработки сложных технических систем. Нисходящее и итерационное проектирование. Гарантия разработки конструирования. Поддержка процессов отказобезопасности на стадиях жизненного цикла.
	15	2	Управление надежностью в процессе проектирования Мероприятия по формированию требований к надежности и отказобезопасности систем. Основы управления требованиями. Валидация и верификация.
	16	2	Мероприятия по подтверждению отказобезопасности систем. Методы подтверждения надежности. Программы обеспечения надежности. Испытания на надежность и отказобезопасность.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ семинара	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
M1	1	2	Статистическая оценка показателей надежности элементов
	2	2	Формирование модели отказа
	3	2	Структурно-логические схемы надежности
	4	2	Разработка модели внешних факторов
	5	2	Анализ нагрузок и конструктивно-технологических запасов
	6	2	Расчет показателей надежности систем без резерва
	7	2	Расчет показателей надежности резервированных систем без восстановления
	8	2	Расчет показателей надежности резервированных систем с восстановления
M2	9	2	Анализ видов, последствий и критичности отказов
	10	2	Оценка функциональных опасностей
	11	2	Табличные методы оценки отказобезопасности
	12	2	Сводка видов и последствий отказов
	13	2	Анализ дерева неисправностей
	14	2	Предварительная оценка безопасности систем
	15	2	Оценка полноты и глубины контроля
	16	2	Оценка уровня отказобезопасности систем

4.3 Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	1	Подготовка к входному тестированию
	4	Изучение конспектов лекций и литературных источников
	2	Подготовка к тестированию по модулю 1
	6	Подготовка к практическим занятиям
	2	Подготовка к контрольной работе 1
	7	Подготовка к БДЗ 1
2	4	Изучение конспектов лекций и литературных источников
	2	Подготовка к тестированию по модулю 2

	6	Подготовка к практическим занятиям
	7	Подготовка к БДЗ 2
	3	Итоговое тестирование
	44	Итог

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1. Основы отказобезопасности систем.

1. Теоретический материал по модулю 1.
2. Методические указания для СРС по модулю 1.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 2. Обеспечение отказобезопасности систем в процессе проектирования

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Методические указания для СРС по модулю 2.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Кировский, О. М. Анализ технических систем. Анализ видов и последствий отказов : учебно-методическое пособие / О. М. Кировский, А. С. Королев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 77 с.
2. Кировский, О. М. Методы обеспечения отказобезопасности критических систем : учебно-методическое пособие / О. М. Кировский, А. С. Королев, А. А. Мишкина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 54 с.
3. Царев, Р. Ю. Аппаратно-программное обеспечение отказоустойчивых информационно-управляющих систем : монография / Р. Ю. Царев. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. — 196 с.

4. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности: Основные характеристики надежности и их статистический анализ. - 2-е изд. - М.: URSS, 2013. - 584 с.
5. Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов [и др.]. — Москва : Логос, 2010. — 376 с.
6. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / Н. Н. Рахимова. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 277 с.
7. Баланов, А. Н. Автоматизация производства. Разработка и внедрение систем управления : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 392 с.
8. Раннев Г. Г. Надежность и качество средств измерений :учебник - Москва : Академия, 2014. – 237
9. Кировский, О. М. Анализ технических систем. Анализ дерева отказов : учебно-методическое пособие / О. М. Кировский, А. С. Королев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 46 с.
10. Панова, Т. В. Анализ и расчет надёжности технической системы и техногенного риска : учебное пособие / Т. В. Панова, М. В. Панов. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 75 с.

Нормативная литература

1. ГОСТ Р 27.016-2020 Надежность в технике. Надежность открытых систем Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2021 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293719/4293719469.htm>
2. ГОСТ Р 27.011-2019 Надежность в технике. Вероятностный анализ риска технических систем. Оценка интенсивности конечного события для заданного исходного состояния Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2020 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293725/4293725439.htm>
3. ГОСТ Р 27.012-2019 Надежность в технике. Анализ опасности и работоспособности (HAZOP). Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2020 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293725/4293725438.htm>
4. ГОСТ Р 27.302-2009 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2020 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293814/4293814089.htm>
5. ГОСТ Р МЭК 61511-1-2018 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2019 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293735/4293735574.htm>
6. ГОСТ Р МЭК 61511-3-2018 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности Национальный стандарт РФ Принят. 01.07.2019 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293735/4293735573.htm>

Периодические издания

1. Электронные информационные системы: научно-технический журнал
2. Вестник Вузов: Электроника: научно-технический журнал

3. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL [Текст] . - USA : IEEE, [б.г.]. –URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=9>.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 29.05.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - Текст : электронный.

2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 15.07.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 15.07.2024). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного обучения, в частности за счет взаимодействия со студентами в электронной образовательной среде, для обеспечения которого используются сервисы обратной связи раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС: в рамках данной дисциплины на платформе Moodle создана группа тестов, реализующих он-лайн тестирование входного, текущего и выходного контроля достижения индикаторов компетенции, в том числе при отсутствии студента на аудиторном занятии.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Microsoft Office, Acrobat, Matlab.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Microsoft Office, Acrobat, Matlab.

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ОПК-4. ОТБСТС «Способен осуществлять идентификацию опасностей, оценку величины риска и эффективность сложных технических систем математическими методами» представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Отказобезопасность сложных технических систем» служит для формирования компетенций в области анализа и оценки отказобезопасности систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- посетить практические занятия;
- выполнить тестирования, контрольную работу;
- выполнить БДЗ 1, БДЗ 2;
- принять участие в дискуссиях во время практических занятий.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным и практическим занятиям, лабораторным работам, использование литературы, интернет-ресурсов.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение лекции заключается в

освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат об оценке уровня отказобезопасности сложных технических систем для автоматизации технологических процессов в микроэлектронике, дает целостное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами

Практические занятия предназначены для закрепления, углубления, расширения и детализация знаний при решении конкретных задач на опыт деятельности в комплексе с использованием творческого инженерного подхода. В программе предусмотрены ознакомительные практические занятия, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала, аналитические практические занятия, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов и творческие практические занятия, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и зачета с оценкой (максимум 20 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступны в системе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

При выставлении итоговой оценки, используется шкала, приведенная ниже в таблице.

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.



К.В. Седых

Рабочая программа дисциплины «Отказобезопасность сложных технических систем» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Проектирование систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30» августа 2024 года, протокол № 13.

Директор Института МПСУ, д.т.н. _____

А.Л. Переверзев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с дирекцией «Передовой инженерной школы»

Зам. директора ПИШ _____

Н.Ю. Соколова

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____

И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____

Т.П. Филиппова