



«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор —
проректор по научной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
_____ В.Н. Зимин
« ___ » _____ 2014 г.

Регистрационный номер

Программа учебной дисциплины

Надежность технических систем, развитие и предотвращение кризисных ситуаций

Программа учебной дисциплины составлена в соответствии с основной образовательной программой послевузовского профессионального образования МГТУ им. Н.Э. Баумана для аспирантов, обучающихся по специальности:

Наименование специальности	Шифр специальности
Пожарная и промышленная безопасность (машиностроение)	05.26.03

Обсуждено на заседании кафедры Э9 « ___ » _____ 2014 г. Протокол № _____ Зав. кафедрой _____ А.А. Александров	Автор программы: Ст. преподаватель _____ Р.А.Таранов
--	---

Москва, 2014 г.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины состоит в формировании у аспирантов навыков управления и моделирования надежности (в части формирование теоретических знаний о действующей системе управления надежностью (сущности, структуре, содержании) в области системного анализа и моделирования опасных процессов в техносфере, готовности и опыта самостоятельной реализации знаний при решении профессиональных практических задач, по прогнозированию, оценке, устранению причин и смягчению последствий нештатного взаимодействия компонентов сложных технических систем типа «человек-машина-среда», осознание значимости профессиональной деятельности, связанной с расчетом и проектированием систем обеспечения безопасности промышленных объектов).

1.2. Задачами преподавания дисциплины являются формирование и развитие у обучающихся на основе полученных знаний и приобретённых умений и навыков в области оценки надежности технических систем, разработки мероприятий по повышению надежности технических систем

1.3. Компетенции, приобретаемые аспирантами в результате изучения дисциплины:

1.3.1. Универсальные компетенции (УК):

- УК-1 - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
- УК-5 - способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;
- УК-6 - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

1.3.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека
- ОПК-4 - готовность организовать работу исследовательского коллектива в сфере обеспечения экологической и промышленной безопасности, безопасности труда, защиты в чрезвычайных ситуациях, по проблемам прогнозирования рисков и новых технологий мониторинга техногенных опасностей
- ОПК-5 - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

1.3.3. Профессиональные компетенции (ПК):

- ПК-1 - готовностью применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития в области пожарной и промышленной безопасности в машиностроении;
- ПК-3 - умением проводить разработку и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества функционирования объектов профессиональной деятельности;

- ПК-4 - способностью выбирать и преобразовывать математические модели явлений, процессов и систем в области профессиональной деятельности с целью их исследования и реализации средствами вычислительной техники.
- ПК-5 - способностью разрабатывать математические модели, методы, применять компьютерные технологии и системы поддержки принятия решений в научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами и в гуманитарных областях деятельности человека.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной программы послевузовского профессионального образования:

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и знаниями специалиста или магистра по профильному направлению подготовки.

Рассматриваемая дисциплина тесно связана со следующими разделами дисциплин учебных планов специалиста или магистра профильного направления подготовки:

- Математический анализ;
- Теория вероятности
- Надежность
- Физика;
- Химия.
-

Освоение данной дисциплины аспирантом призвано помочь ему в приобретении знаний и навыков, необходимых для выполнения НИР и диссертационной работы, подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальности.

3. Структура и содержание дисциплины

Модули	Трудоемкость в зачетных ед.	Часы общ./ауд.	Контрольные мероприятия
Модуль 1	3,5	126/36	Аналитическая справка/тезисы доклада
Модуль 2	3,5	126/36	Аналитическая справка/тезисы доклада

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам			
	Всего	Семестр 3	Семестр 4	
Лекции	-	-	-	
Семинары	18	10	8	
Лабораторные работы	-	-	-	

Практические занятия	18	8	10		
Другие виды аудиторных занятий (круглый стол, защита рефератов)	36	18	18		
Самостоятельная работа	180	90	90		
Итого в часах	252	126	126		
Итого в зачетных единицах ^{*)} :	7	3,5	3,5		
Проверка знаний:	Зачет		Зачет		

Модуль 1 «Системный подход и математический аппарат анализа надежности»

Элементы системы и системного анализа. Система. Подсистема. Элемент системы. Сложная техническая система. Структура системы. Признаки системной проблемы. Состояние системы. Вероятностная система. Детерминированная система. Вероятностно-детерминированная система. Иерархия. Связь с проблемой безопасности.

Система человек-машина-среда (СЧМС). Определение СЧМС. Компоненты. Система управления опасностями. Информационные системы. Функциональные системы управления опасностями. Классификация опасностей. Термины и определения: взрыво-пожароопасность, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, отказ, виды отказов, предельное состояние. Единичные показатели надежности: показатели безотказности, показатели долговечности, показатели ремонтпригодности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, особенности применения, способы определения показателей. Основные понятия теории надежности объектов с восстановлением потока и отказов. Показатели безотказности, ремонтируемости, долговечности.

Модуль 2 «Анализ и управление надежностью технических систем»

Комплексные показатели надежности; коэффициент готовности, коэффициент технического использования. Современные основы взрыво-пожаробезопасности. Взрывчатые и горючие смеси. Концентрационные пределы взрываемости. Виды горения и их особенности. Инициаторы зажигания. Основы теории горения. Оценка пожарной опасности СЧМС. Опасности криогенных систем. Розливы и испарения криогенных жидкостей. Теория расчета концентраций. Пожарная профилактика. Противопожарные требования к СЧМС. Организация пожарной охраны. Методы качественного анализа опасностей и риска СЧМС. Общий подход к анализу риска. Количественные методы анализа риска аварий на СЧМС. Предварительный анализ опасностей, Анализ последствий отказов. Анализ опасностей с использованием графов. Анализ опасностей с помощью модели «Дерево причин». Анализ последствий аварий. Анализ ошибок операторов. Причинно-следственный анализ опасностей. Алгоритм анализа. Функция опасности СЧМС. Подсистемы «ИЛИ», «И». Резервирование, классификация. Методы расчета надежности систем с резервированием. Основные формулы и соотношения. Использование нормативных документов для классификации объектов по отдельным видам вредных и опасных факторов. Прогнозирование аварий и чрезвычайных ситуаций при воздействии на технические объекты и промышленные регионы техногенных и природных факторов.

Модели и алгоритмы развития аварий и чрезвычайных ситуаций. Критерии оценки состояния технических объектов и промышленных зон. Разработка методов и направлений для улучшения безопасности и экологичности промышленных предприятий и хозяйственных объектов и предотвращения крупных промышленных аварий и катастроф. Дополнительные требования к оценке взрыво-пожароопасности СЧМС.

4. Практические занятия

Практические занятия на семинарах предусматривают проработку и освоение следующих разделов дисциплины.

Модуль 1. «Системный подход и математический аппарат анализа надежности»

Элементы системы и системного анализа. Сложная и большая системы. Черный ящик. Вход и выход.

Структура системы. Состояние системы. Вероятностная система. Иерархия. Обратные связи. Система моделей. Терминология чепе и опасности.

Система человек-машина-среда (СЧМС). Определение СЧМС. Компоненты. Иерархия. Жизненный цикл. Связь с проблемой безопасности. Системы: профилактики, готовности, реагирования, восстановления. Чепе: штатные, проектные, запроектные, гипотетические. Система управления опасностями. Информационные системы. Функциональные системы управления опасностями. Общий алгоритм анализа опасностей.

Математический аппарат анализа надежности. Высказывания и события. Законы алгебры логики. Функции алгебры логики. Карты Карно.

Вероятность как математическое понятие. Объективная вероятность. Частотная интерпретация вероятности. Субъективная вероятность. Формулы для вычисления вероятностей. Способы генерирования полной группы событий. Законы распределения случайных величин: нормальный, логарифмически-нормальный, экспоненциальный, биномиальный, Пуассона. Эмпирическая плотность распределения. Эмпирическая функция распределения.

Рекомендуемая литература [1-2,3-5]

Трудоемкость: 8 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: с 11-й по 14-ую неделю 3-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

Модуль 2. «Анализ и управление надежностью технических систем»

Теория айсберга. Модель фаз. Модель Беннера. Модель Леплата. Модель Челена и Ларсона. Современные теории и модели. Методы качественного анализа надежности СЧМС. Предварительный анализ опасностей.

Анализ последствий отказов: анализ видов и последствий отказов, анализ видов, последствий и критичности отказов. Блок-схема безотказности. Анализ опасностей деревом причин потенциального чепе. Анализ дерева неисправностей. Анализ опасностей деревом последствий потенциального чепе. Анализ дерева событий.

Анализ опасностей методом потенциальных отклонений. Анализ последствий аварий.

Анализ ошибок операторов. Причинно-следственный анализ опасностей.

Другие методы. Алгоритмы анализа. Понятие: прогнозирование. Методы количественного анализа опасностей и риска. Логико-вероятностный анализ опасностей СЧМС. Модель компонента «машина» на базе четких множеств. Модель безотказности.

Функция опасности. Определение функции опасности восстанавливаемых и невосстанавливаемых подсистем. Преобразование логических функций к нормальным формам. Минимизация функций. Вес и значимость элементов. Замещение логических переменных вероятностями.

Представление логической функции в совершенной форме. Разложение функции по элементам. Оценка опасностей весом и значимостью элементов.

Количественная оценка вероятностей состояний и обслуживания СЧМС на базе Марковских процессов. Процесс с дискретными состояниями и дискретным временем.

Процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Процессы гибели – размножения. Циклический процесс. Обслуживание СЧМС.

Рекомендуемая литература [1-2,3-5]

документ из 11 страниц

Трудоемкость: 10 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: с 1-й по 4-ую неделю 4-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

4.1. Практические занятия (семинары, упражнения, занятия в компьютерном классе, деловые игры и т.п.)

При изучении дисциплины предусмотрены следующие активные и интерактивные формы проведения занятий:

- 1.Использование компьютерного проектора для показа иллюстраций, дополняющих лекционный материал;
2. Применение специальных компьютерных программ, симулирующих развитие опасных явлений в техносфере;
3. Проведение расчётных исследований процессов, используя разные физические модели и сравнивая их между собой, с применением компьютерных средств или без них;
- 4.Активное обсуждение презентаций;
- 5.Подготовка рефератов.
- 6.Посещение конференций по тематике дисциплины.

Модуль 1. Научно-практические семинары

Темы семинаров:

1. Методы повышения надежности - 2 часа;
2. Резервирование как метод повышения надежности - 2 часа;
3. Управление опасностями - 2 часа;
4. Анализ опасности системы СЧМС - 2 часа;
- 5.Общий алгоритм анализа опасностей- 2 часа;

Рекомендуемая литература [1-2,3-5]

Трудоемкость: 10 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 6.

Сроки проведения: с 11-й по 14-ую неделю 3-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

Модуль 2. Научно-практические семинары

1. Анализ опасностей деревом последствий потенциального чепе -2 часа;
2. Понятие: прогнозирование – 2 часа.
3. Методы количественного анализа опасностей и риска.-2 часа;
4. Логико-вероятностный анализ опасностей СЧМС -2 часа;

Рекомендуемая литература [1-2,3-5]

Трудоемкость: 8 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: с 1-й по 4-ую неделю 4-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

4. 2. Другие виды аудиторных занятий – 36 час.

4.2.1. Круглые столы-12 часов

документ из 11 страниц

1. Резервирование как метод повышения надежности - 6 часов;
 2. Законы распределения показателей надежности – 6 часов.
- Рекомендуемая литература [1-2,3-5]
Трудоемкость: 12 часов.
Максимальный балл: 10.
Минимальный балл: 7.
Сроки проведения: с 11-й по 14-ую неделю 3-го семестра.
Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

4.2.2. Защита рефератов по методам повышения надежности технических систем — 6 часов

- Рекомендуемая литература [1-2,3-5]
Трудоемкость: 6 часов.
Максимальный балл: 10.
Минимальный балл: 6.
Сроки проведения: с 13-й по 14-ую неделю 3-го семестра.
Форма отчетности: научные доклады и сообщения, защиты рефератов.

4.2.3. Круглые столы-12 часов

1. Методы компьютерного моделирования надежности – 6 часов;
 2. Анализ техногенного риска технических систем- 6 часов.
- Рекомендуемая литература [1-2,3-5]
Трудоемкость: 12 часов.
Максимальный балл: 10.
Минимальный балл: 7.
Сроки проведения: с 1-й по 4-ую неделю 4-го семестра.
Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

4.2.4. Защита рефератов по методам оценке техногенного риска — 6 часов.

- Рекомендуемая литература [1-2, 5-11]
Трудоемкость: 6 часов.
Максимальный балл: 10.
Минимальный балл: 6.
Сроки проведения: с 3-й по 4-й нед. 4-го семестра.
Форма отчетности: научные доклады и сообщения, защиты рефератов.

5. Самостоятельная работа (в том числе под контролем преподавателя на консультациях)

Самостоятельная проработка материала

Модуль 1. Исследование надежности технических систем в нагруженном состоянии

- Рекомендуемая литература [2, 3-11].
Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 4 часа.
Максимальный балл: 10.
Минимальный балл: 6.
Сроки проведения: 11 - 14-ая недели 3-го семестра.
Форма отчетности: реферат.

Модуль 2. Современные технологии анализа риска технических систем

- Рекомендуемая литература [1, 4-11].
Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 4 часа.
Максимальный балл: 10.

документ из 11 страниц

Минимальный балл: 6.

Сроки проведения: 1 - 4-ая недели 4-го семестра.

Форма отчетности: реферат.

6. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение

самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями программы.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций;
- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- Текущий мониторинг технической литературы и периодических изданий в области изучаемой с учетом по направления диссертационной работы;
- Изучение обязательной и дополнительной литературы.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра. При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- контрольные вопросы при проведении аудиторных занятий;
- обсуждение и итоговая (устная) оценка докладов на научно-технической конференции;
- отзыв на реферат.

6.1. Примеры контрольных вопросов по разделам дисциплины

Номер и наименование модуля	Пример вопросов текущего контроля результатов освоения дисциплины
1. Введение	1. Цель, предмет и задачи, решаемые при изучении дисциплины. 2. Основоположники Надежности и системного анализа как системы знаний (науке) о промышленной безопасности. 3. Проблемы и перспективы развития надежностного подхода к проектированию и эксплуатации сложных технических систем.
2. Системный подход и математический аппарат анализа надежности	1. Элементы системы и системного анализа. Система. Подсистема. Элемент системы. Сложная техническая система. Структура системы. Признаки системной проблемы. Состояние системы. Вероятностная система. Детерминированная система. Вероятностно-детерминированная система. Иерархия. Связь с проблемой безопасности. 2. Система человек-машина-среда (СЧМС). Определение СЧМС. Компоненты. Система управления опасностями. Информационные системы. Функциональные системы управления

	<p>опасностями. Классификация опасностей. Термины и определения: взрыво-пожароопасность, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, отказ, виды отказов, предельное состояние. Единичные показатели надежности: показатели безотказности, показатели долговечности, показатели ремонтпригодности.</p> <p>3. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, особенности применения, способы определения показателей.</p> <p>4. Основные понятия теории надежности объектов с восстановлением потока и отказов.</p> <p>5. Показатели безотказности, ремонтируемости, долговечности.</p>
<p>3. Анализ и управление надежностью технических систем</p>	<p>1. Комплексные показатели надежности; коэффициент готовности, коэффициент технического использования. Современные основы взрыво-пожаробезопасности. Взрывчатые и горючие смеси. Концентрационные пределы взрываемости. Виды горения и их особенности. Инициаторы зажигания.</p> <p>2. Основы теории горения. Оценка пожарной опасности СЧМС. Опасности криогенных систем. Розливы и испарения криогенных жидкостей. Теория расчета концентраций. Пожарная профилактика. Противопожарные требования к СЧМС. Организация пожарной охраны. Методы качественного анализа опасностей и риска СЧМС.</p> <p>3. Общий подход к анализу риска. Количественные методы анализа риска аварий на СЧМС. Предварительный анализ опасностей, Анализ последствий отказов. Анализ опасностей с использованием графов. Анализ опасностей с помощью модели «Дерево причин». Анализ последствий аварий. Анализ ошибок операторов. Причинно-следственный анализ опасностей. Алгоритм анализа. Функция опасности СЧМС. Подсистемы «ИЛИ», «И». Резервирование, классификация.</p> <p>4. Методы расчета надежности систем с резервированием. Основные формулы и соотношения. Использование нормативных документов для классификации объектов по отдельным видам вредных и опасных факторов. Прогнозирование аварий и чрезвычайных ситуаций при воздействии на технические объекты и промышленные регионы техногенных и природных факторов.</p> <p>5. Модели и алгоритмы развития аварий и чрезвычайных ситуаций. Критерии оценки состояния технических объектов и промышленных зон.</p> <p>6. Разработка методов и направлений для улучшения безопасности и экологичности промышленных предприятий и хозяйственных объектов и предотвращения крупных промышленных аварий и катастроф.</p> <p>7. Дополнительные требования к оценке взрыво-пожароопасности СЧМС.</p>

7. Методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная учебная литература

1. Малафеев С. И., Копейкин А. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / Малафеев С. И., Копейкин А. И. - СПб. : Лань, 2012. - 313 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 307-310. - ISBN 978-5-8114-1268-6.

2. Шишко В. Б., Чиченев Н. А. Надежность технологического оборудования : учебник для вузов / Шишко В. Б., Чиченев Н. А. ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исслед. технол. ун-т "МИСиС", Кафедра инжиниринга технологического оборудования. - М. : Издат. Дом МИСиС, 2012. - 189 с. : ил. - Библиогр.: с. 150-151. - ISBN 978-5-87623-629-6.

7.2. Дополнительная учебная литература

3. Малкин В. С. «Надежность технических систем и техногенный риск», М.: Феникс, 2010. 448 с.

4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова. 3-е изд. испр. и доп. –М.: Высш. шк., 2001.-445 с.

5. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. «Надежность машин», М.: Высшая школа, 1988. 238 с.

6. Переездчиков И.В., Крышевич О.В. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998. 3 п.л.

7. Переездчиков И.В., Крышевич О.В. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003, Часть 2, 3 п.л.

8. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды.-М.: Наука, 1982, 320с.

9. Пропиков А.С. «Надежность машин», М.: Машиностроение, 1978.-592 с.

10. Майоров А.В., Москатов Г.К., Шибанов Г.П. «Безопасность функционирования объектов», М.: Машиностроение, 1988.-264 с.

11. Мушик Э., Мюллер П. «Методы принятия технических решений»: пер. с нем.-М.:Мир, 1990-208 с.

7.3. Электронные ресурсы.

12. Интернет-портал МГТУ им. Н.Э.Баумана www.bmstu.ru.

13. Многоцелевая информационная управляющая система «Электронный университет» МГТУ им. Н.Э. Баумана <https://eu.bmstu.ru>.

14. Официальный сайт кафедры «Экология и промышленная безопасность» <http://www.mhts.ru>.

15. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru>

7.4. Периодические источники

1. Журнал «Безопасность в техносфере».

Раздел 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

16. Электронные версии учебной литературы. Расчетные программы для оценки надежности технических систем и анализа риска «АРБИТР»

Автор программы:

_____ Р.А. Таранов
" ____ " _____ 2014 г.

Заведующий кафедрой "Экология и промышленная безопасность" (Э-9)

_____ А.А. Александров
" ____ " _____ 2014 г.

Ответственный за подготовку направления 20.06.01

_____ В.А. Девисилов
" ____ " _____ 2014 г.

Начальник управления докторантуры и аспирантуры

_____ И.Б. Шавырин
" ____ " _____ 2014 г.