

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Кафедра Безопасности жизнедеятельности

ДОЛИНОВ АЛЕКСЕЙ ЛЬВОВИЧ

**НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины
и написанию контрольной работы

*Для студентов заочной формы обучения по направлению
280700.62 «Техносферная безопасность»*

Пермь 2016

Автор-составитель: Долинов Алексей Львович

к.т.н., доцент кафедры БЖ

УДК 62.192 + 519.6

Учебно - методический комплекс дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «14» декабря 2010 г. номер приказа «723» по направлению подготовки 280700.62 Техносферная безопасность;

- компетентностных моделей выпускников ООП по направлению подготовки 280700.62 Техносферная безопасность, профиль подготовки Промышленная безопасность, профиль подготовки Безопасность технологических процессов и производств, профиль подготовки Пожарная безопасность утверждённых 24.06.2013 года;

ВВЕДЕНИЕ

Курс является составной частью программы подготовки специалистов по направлению 280700 – «Техносферная безопасность». Изучение дисциплины базируется на знании основ теории вероятности и статистики.

Важнейшая составляющая курса - теория надежности технических систем. Задача повышения надежности технических объектов становится все более важной в связи с комплексной механизацией и автоматизацией производственных процессов во всех областях производства. Одно из основных понятий дисциплины – отказ. Надежность технических систем описывается совокупностью четырех качественных характеристик: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, каждая из которых оценивается количественно с помощью своих числовых показателей. Потоки отказов и восстановлений технических систем базируются на законах теории вероятностей. Расчет числовых показателей надежности опирается как на вероятностные, так и на физические модели. Проблема повышения надежности является комплексной, и должна учитывать специфику различных отраслей производства.

Вторая составляющая курса - теория техногенного риска.

Отказы технических объектов могут приводить к возникновению и развитию аварийных ситуаций. Ошибки или преднамеренные действия человека в системе «человек-техника» также представляют опасность. Природные явления и катаклизмы - еще один источник риска в техносфере. Статистика неумолимо свидетельствует о возрастании числа крупных и мелких аварий в производственной среде, поэтому необходимо выяснять причины отказов и аварий, закономерности их возникновения и развития. Теория техногенного риска - научная дисциплина, в задачи которой входит изучение и классификация техногенных рисков, а также их количественная оценка, в том числе по опытными данным.

Для допуска к зачету студент должен предварительно пройти тестирование по разделу «Надежность технических систем» и написать контрольную работу по дисциплине.

Список вопросов для тестирования по первому разделу («Надежность технических систем») прилагается.

Примерное содержание контрольной работы указано в пункте 3. Во введении к контрольной работе необходимо обосновать актуальность темы контрольной работы, ее цель и перечислить основные задачи. Заключение должно содержать краткие содержательные ответы на каждую из задач, поставленных во введении к контрольной работе. Объем контрольной работы – порядка 10 стр., включая титульный лист, оглавление, введение (не более 1 стр.), заключение (не более 1,5 стр.) и список литературы. Для написания работы рекомендуется использовать список дополнительной литературы и необходимые нормативно-законодательные документы.

На зачете к студенту-заочнику предъявляются требования в объеме рабочей программы курса, утвержденной университетом в соответствии с содержанием дисциплины, приведенным ниже. На зачете проверяется глубина знаний материала курса, а также умение использовать основные методы и формулы расчета надежности технических систем и оценки техногенного риска.

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины:

Изучение современных подходов к решению прикладных задач обеспечения надежности производственных систем, а также методов снижения опасности техногенного риска.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующую компетенцию:

способность контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты (ПК-18).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- *формирование знания* теоретических основ теории надежности и современных методов оценки техногенного риска;
- *формирование умения* использования основных методов и формул расчета надежности и оценки риска для технических систем;
- *формирование навыков* оценки показателей надежности отдельных элементов и простейших систем, оценки техногенного риска.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- теоретические основы теории надежности;
- модели и методы расчета надежности технических объектов и систем;
- теоретические подходы и современные методики оценки техногенного риска.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин при освоении ООП по направлению 280700.62 «Техносферная безопасность»

В результате изучения дисциплины обучающийся должен расширить знания, умения и навыки указанной в пункте 1.1 компетенции и продемонстрировать следующие результаты:

знать:

- основные положения и методы теории надежности;
- номенклатуру отказов и закономерности их появления;
- основные составляющие надежности и их показатели;
- основные формулы и подходы к оценке надежности технических систем и их отдельных элементов;
- классификацию и показатели риска;
- основные методы анализа и оценки техногенного риска.

уметь:

- использовать основные методы и формулы расчета надежности и оценки риска для технических систем.

владеть:

- навыками оценки показателей надежности отдельных элементов и простейших систем, оценки техногенного риска.

2. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 2.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная работа		14	14
	-в том числе в интерактивной форме			
	- лекции (Л)		6	6
	-в том числе в интерактивной форме			
	- практические занятия (ПЗ)		8	8
	-в том числе в интерактивной форме			
	- лабораторные работы (ЛР)			
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)		88	88
	- изучение теоретического материала		48	48
	- подготовка к аудиторным занятиям (практическим, лабораторным работам)		14	14
	- подготовка отчетов по лабораторным работам .			
	- контрольная работа		26	26
4	Итоговая аттестация по дисциплине: <i>зачет</i>		4	4
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)		108 3	108 3

3. Содержание учебной дисциплины

3.1 Модульный тематический план

Таблица 3.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (заочная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	итоговая аттестация	самостоятельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1					6	7
		2	0.5	0.5					6	6.5
		3	0.5	0.5					6	6.5
		4	0.5	0.5					4	4.5
		5	0.5	0.5					4	4.5
		6	2.5	0.5	2			1	4	7.5
	7	2.5	0.5	2				4	6.5	
	Итого по модулю:		8	4	4		1		34	43/1.2
2	2	8	0.5	0.5					10	10.5
		9	2.5	0.5	2			1	8	11.5
		10	3	1	2				10	13
	Итого по модулю:		6	2	4		1		28	35/1.0
Контрольная работа									26	26/0,7
Итоговая аттестация								4		4/0.1
Всего:			14	6	8		2	4	88	108/3

3.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Лекции носят обзорный характер

Модуль 1 (Раздел 1)

Надежность технических систем (43 часа)

Лк – 4 часа, ПЗ – 4 часа, СРС – 34 часа, КСР- 1 час

Тема 1. Введение. Основные понятия теории надежности

Технические объекты и их надежность. Основные термины теории надежности. Основные типы технических систем в теории надежности.

Тема 2. Качественные характеристики и числовые показатели надежности технических систем

Качественные характеристики надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Тема 3. Оценка показателей надежности.

Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и их оценка. Показатели надежности работы оператора в системе «человек – техника».

Тема 4. Потоки отказов и восстановлений

Характеристики потока отказов и восстановлений. Простейший поток событий. Марковская модель потока отказов и восстановлений.

Тема 5. Вероятностные модели теории надежности

Вероятностные модели числа отказов. Моделирование длительности безотказной работы. Модели надежности на основе физики отказов.

Тема 6. Расчет надежности систем

Структурная схема системы. Надежность систем без резервных элементов. Повышение надежности невозстанавливаемых систем с помощью резервирования.

Тема 7. Основные задачи практической теории надежности

Роль и значение теории надежности при решении практических задач обеспечения безопасности технологических процессов и производств. Факторы, влияющие на надежность, их классификация и характеристика. Практические методы защиты от внешних факторов. Практические методы повышения надежности.

Модуль 2 (Раздел 2)

Техногенный риск (35 часов)

Лк – 2 часа, ПЗ – 4 часа, СРС – 28 часов, КСР- 1 час

Тема 8. Производственный и техногенный риск, его источники.

Классификация рисков

Источники и классификация аварий и катастроф. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков. Производственный и техногенный риск.

Тема 9. Показатели риска

Качественные характеристики и числовые показатели риска. Структура риска. Понятие кортежа.

Тема 10. Методы оценки риска

Статистическая оценка риска. Физические подходы к оценке риска. Дерево событий и дерево отказов. Методики оценки рисков. Отнесение организаций к классам профессионального риска. Заключение.

3.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	6	Основные методы и формулы расчета надежности для технических систем
2	7	Оценка показателей надежности отдельных элементов и простейших систем
3	9	Качественные характеристики и числовые показатели риска
4	10	Оценка техногенного риска

3.4 Виды самостоятельной работы студентов

3.4.1 Вопросы для изучения теоретического материала

Тема 1. Технические объекты и их надежность. Основные термины теории надежности. Основные типы технических систем в теории надежности.

Тема 2. Качественные характеристики надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. постановка задачи обеспечения безопасности его жизнедеятельности.

Тема 3. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и их оценка. Показатели надежности работы оператора в системе «человек – техника».

Тема 4. Характеристики потока отказов и восстановлений. Простейший поток событий. Марковская модель потока отказов и восстановлений.

Тема 5. Вероятностные модели числа отказов. Моделирование длительности безотказной работы. Модели надежности на основе физики отказов.

Тема 6. Структурная схема системы. Надежность систем без резервных элементов. Повышение надежности невосстанавливаемых систем с помощью резервирования.

Тема 7. Роль и значение теории надежности при решении практических задач обеспечения безопасности технологических процессов и производств. Факторы, влияющие на надежность, их классификация и характеристика. Практические методы защиты от внешних факторов. Практические методы повышения надежности.

Тема 8. Источники и классификация аварий и катастроф. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков. Производственный и техногенный риск.

Тема 9. Качественные характеристики и числовые показатели риска. Структура риска. Понятие кортежа.

Тема 10. Статистическая оценка риска. Физические подходы к оценке риска. Дерево событий и дерево отказов. Методики оценки рисков. Отнесение организаций к классам профессионального риска.

3.4.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Цель контрольной работы – изучение методов управления риском на основе концепции безопасности и теории техногенного риска, различных подходов к определению риска, методам его вычисления и оценки показателей техногенного риска по опытным данным.

Студент должен изучить номенклатуру основных источников техногенных аварий и катастроф, их классификацию и статистику, а также причины аварийности на производстве. В основные задачи изучения теории входит знание методов анализа риска, методов прогнозирования аварий и катастроф, а также способов управления риском с целью аварийной подготовленности и снижения его опасности.

Темы контрольной работы выдаются преподавателем в период чтения установочных лекций по дисциплине.

Контрольная работа должна содержать введение, основную часть, заключение и список использованной (цитируемой) литературы. Страницы должны быть пронумерованы.

Во введении студент должен кратко обосновать цель и задачи своей контрольной работы и обозначить разделы, которые он должен изучить при ее написании. Разделы должны быть отражены в оглавлении в соответствии с поставленными задачами. Заключение должно содержать краткие содержательные ответы на поставленные во введении задачи и, по существу, представлять собой краткий ответ на зачете по заданной теме.

Для написания контрольной работы рекомендуется опираться на ГОСТы и другие нормативные документы по проведению анализа и расчету риска опасных производственных объектов, а также в обязательном порядке использовать учебные пособия по техногенному риску и др. Рекомендуемые учебные пособия по техногенному риску широко представлены в сети Internet.

Основная задача студента при написании контрольной работы - изучить и изложить в контрольной работе основные подходы к определению понятия техногенного риска. Так как в настоящее время существуют различные подходы к определению понятия «техногенный риск», а также множество формул для его вычисления и статистических показателей для его оценки, то необходимо делать ссылки на источники, из которых взяты соответствующие сведения.

Например: «В учебном пособии В.Т. Алымова и др. [2] содержатся следующие оценки показателей риска: коэффициент частоты травматизма, коэффициент....., ...».

Коэффициент K частоты травматизма вычисляется по следующей формуле [2, гл. 3]:

$$K_{\text{част}} = \quad (4)$$

Формулы в контрольной работе необходимо нумеровать, чтобы в примерах расчетов с конкретными опытными данными, можно было на них ссылаться. Примеры расчетов имеются в рекомендованных учебных пособиях.

Список литературы необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ.

Каждому студенту определяются **2 вопроса**

№ варианта – последняя цифра номера зачетной книжки.

Задания	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1-ый вопрос выбирается из следующего перечня:

1. Аварии и катастрофы. Идентификация опасностей. Причины аварийности на производстве.

2. Обзор подходов к определению техногенного риска. Вероятность рискового события (аварии, катастрофы, чрезвычайной ситуации). Ущерб как составляющая риска. Математическое ожидание риска.

3. Вычисление риска и оценка его показателей на основании опытных данных. Понятие приемлемого риска.

4. Анализ техногенного риска, его основные этапы, цели и задачи.

5. Методы анализа техногенного риска. Системный подход к анализу техногенного риска. Методы прогнозирования рисков.

6. Последствия отказов технических объектов. Деревья отказов при анализе риска аварий и катастроф. Примеры.

7. Последствия отказов технических объектов в системах «человек-техника». Профессиональная и функциональная готовность операторов. Оценки готовности операторов технических систем.

8. Примеры оценки риска в системах «человек - оператор» с учетом возможных отказов техники и коэффициентов готовности операторов.

9. Управление риском. Система обеспечения безопасности в техносфере.

10. Прогнозирование риска техногенных аварий и катастроф. Идентификация опасностей при аварии.

2-ий вопрос согласовывается с преподавателем и рассматривает вероятные аварии и чрезвычайные ситуации на базовом предприятии (объекте) экономики. В этом вопросе ставятся задачи оценки техногенного риска этих аварий и ЧС на объекте, а также надежности технических систем, отказ которых может привести к аварии или катастрофе.

При анализе риска осуществляется поиск ответов на следующие вопросы:

- какое опасное событие может произойти (идентификация опасности);
- какова вероятность этого события (определение частоты);
- каковы последствия опасного события (анализ последствий).

Необходимо построить «дерево событий» или «дерево отказов». Рассчитав один из показателей надежности объекта или технической системы (например, вероятность безотказной работы) показать его влияние на положительный (функционирование объекта в штатном режиме, отсутствие отказа) или отрицательный исход (отказ, авария, ЧС). За счет повышения надежности (резервирование, блокировки, увеличение прочности и др.) показать влияние этого повышения на вероятность того или иного исхода.

Список литературы для контрольной работы:

1. Лялькина Г.Б. Надежность технических систем и техногенный риск. Ч.1. Надежность технических систем: учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм.гос.техн.ун-та, 2011. – 90 с.
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. Научно-техническое управление и ГУП НТЦ «Промышленная безопасность». - М.: Ростехнадзор России. Постановление от 10.07.2001, №30
3. Риск, надежность и безопасность. Система понятий и обозначений// Безопасность труда в промышленности, 1997, №11, с.55-63.
4. ГОСТ Р 51901.12 – 2007. Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.
5. ГОСТ Р 51901.13 – 2005. Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей.
6. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Пр. МЧС России от 10.07.2009 № 404.
7. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и его оценка. Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
8. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов/ П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2001. – 319 с.
9. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Техногенный риск и безопасность: учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 2002. – 170 с.
10. Измалков В.И., Измалков А.В. Безопасность и риск при техногенных воздействиях. Ч.1-2. – М., СПб, 1994. – 269 с.
11. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / В.А.Акимов, В.Л. Лапин, В.М.Попов [и др.] – М.: Деловой экспересс, 2002.
12. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах.: учебное пособие / В.А.Акимов, В.В. Лесных, Н.Н.Радаев [и др.] – М.: Деловой экспересс, 2004.
13. Чура Н.Н. Техногенный риск: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 20011. – 280 с.
14. Шубин Р.А. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2012. – 80 с.

ЗАМЕЧАНИЕ: Рекомендуется использовать также учебные пособия по техногенному риску других авторов (Меньшиков В.В. и Швыряев А.А., Гуськов А.В. и Милевский К.Е. и др.). См. Internet: техногенный риск учебные пособия

4. Управление и контроль освоения компетенций

Контрольные мероприятия включают тестирование, контрольную работу и зачет. Контрольная работа состоит из двух вопросов: первого - теоретического характера и второго - творческого, связанного с оценкой показателей надежности технических систем и техногенного риска на базовом предприятии (объекте экономики). Зачет выставляется по результатам выполнения тестов, контрольной работы и итогового контроля. На итоговый контроль выносятся перечень тем состоящий из 48 вопросов

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Не предусмотрен

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенции проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- компьютерное тестирование (модуль 1);
- контрольная работа (модуль 1, 2)

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Зачет по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» выставляется по итогам проведенных промежуточного и итогового контроля, при условии выполнения заданий всех практических занятий и самостоятельной работы.

2) Экзамен «Не предусмотрен».

Контрольно-измерительные материалы (вопросы выносимые на зачет):

1. Значимость и актуальность теории надежности. Основные понятия теории надежности: объект и элемент, отказ и безотказность. Причины и виды отказов. Распределение длительности безотказной работы.
2. Проблемы надежности работы человека в системе «человек - машина». Типы ошибок и показатели надежности оператора, их опытная оценка.
3. Понятие надежности. Надежность и эффективность. Основные компоненты надежности технического объекта и их числовые характеристики.
4. Безотказность и ее показатели: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя и гамма- процентная наработки до отказа, наработка на отказ.
5. Долговечность и ее показатели: средний и гамма- процентный ресурсы, назначенный ресурс, средний, назначенный и гамма- процентный сроки службы.
6. Ремонтпригодность и ее показатели: вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления, интенсивность восстановления.
7. Сохраняемость и ее оценка: средний и гамма - процентный сроки сохраняемости.

8. Понятие надежности систем. Основные характеристики надежности элемента и их оценки.
9. Надежность элемента, работающего до первого отказа. Функция надежности и эмпирическая функция надежности элемента.
10. Надежность восстанавливаемого элемента и ее характеристики. Восстанавливаемые элементы с мгновенным временем восстановления.
11. Восстанавливаемые элементы с конечным временем восстановления. Остаточное время жизни элемента и его среднее значение. Коэффициент готовности.
12. Основные этапы работы, их характерные особенности.
13. Случайные величины, функции их распределения. Подбор законов распределения по опытным данным. Критерии согласия Фишера-Снедекора, Стьюдента и критерий χ^2 .
14. Нормальный и показательный (экспоненциальный) законы в теории надежности, их плотности распределения. Усеченный нормальный закон.
15. Потоки отказов. Простейший поток событий, его интенсивность и закон распределения. Теоретическая и статистическая оценки интенсивности отказов.
16. Надежность и эффективность. Факторы надежности объектов. Надежность как комплексное свойство технического объекта, ее основные компоненты. Классификация методов расчета систем на надежность.
17. Структурная схема расчета надежности. Примеры.
18. Характеристики надежности элемента (вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы и интенсивность отказов), их оценки. Оценка надежности элемента, работающего до первого отказа.
19. Восстанавливаемые элементы с мгновенным временем восстановления. Надежность восстанавливаемого элемента и ее показатели: число отказов; функция восстановления; остаточное время жизни. Примеры.
20. Восстанавливаемые элементы с конечным временем восстановления, коэффициент готовности. Примеры.
21. Понятие стареющих элементов и их характеристики: оценка вероятности безотказной работы; интенсивность отказов. Основные этапы работы стареющих элементов (приработка, этап нормальной работы, старение).
22. Экспоненциальный (показательный) закон надежности для распределения времени жизни стареющего элемента, проверка условий его выполнения.
23. Надежность системы. Потоки отказов и восстановлений в системе. Факторы, влияющие на надежность систем: производственные, эксплуатационные, климатические и другие.
24. Случайные процессы в теории надежности. Стационарные случайные процессы, их корреляционные функции.
25. Марковские случайные процессы в теории надежности: марковское свойство, вероятности перехода системы из одного состояния в другое в марковских процессах.
26. Классификация методов расчета надежности систем: нормирование надежности, ориентировочный и полный расчет надежности.
27. Надежность системы с независимыми элементами, работающей до первого отказа.

28. Надежность невосстанавливаемой системы. Расчет надежности: а) системы при основном соединении элементов (с последовательно соединенными элементами); б) системы из двух параллельных элементов.
29. Надежность восстанавливаемой системы. Проблемы оценки надежности восстанавливаемых систем общего вида. Понятие функции готовности.
30. Функция готовности: расчет надежности восстанавливаемой системы с учетом глубины контроля для случая простейшего потока отказов с экспоненциальным временем восстановления.
31. Резервирование как метод повышения надежности систем. Методы резервирования, их классификация.
32. Общее и раздельное резервирование. Критерии качества резервирования. Примеры.
33. Сложные системы. Примеры. Основные подходы к моделированию надежности сложных систем.
34. Надежность сложных систем. Построение структурных схем расчета надежности. Построение алгоритмов расчета надежности отдельных элементов и системы в целом в согласии со структурной схемой. Примеры.
35. Надежность системы «человек-машина» СЧМ). Примеры СЧМ. Понятие о надежности работы оператора при взаимодействии с технической системой. Статистика и классификация ошибок оператора в СЧМ.
36. Показатели надежности оператора в системе «человек-машина»: безотказность, безошибочность, своевременность, быстроедействие, коэффициент готовности, восстанавливаемость.
37. Основные задачи практической теории надежности. Пути, методы и приемы повышения надежности.
38. Риски, их классификация. Обзор подходов к определению рисков и их оценке на основании опытных данных. Определение и вычисление пространственно распределенного риска.
39. Аварии и катастрофы. Идентификация опасностей. Причины аварийности на производстве. Анализ техногенного риска, его основные этапы, цели и задачи.
40. Методы анализа техногенного риска. Системный подход к анализу техногенного риска.
41. Деревья событий при анализе риска аварий и катастроф. Примеры.
42. Деревья отказов при анализе риска аварий и катастроф. Примеры.
43. Методы прогнозирования рисков.
44. Управление риском. Система обеспечения безопасности в техносфере.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А1. Основная литература по теории надежности

1. Лялькина Г.Б. Надежность технических систем и техногенный риск, Ч.1. Надежность технических систем: учебное пособие /под ред. В.А.Трефилова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 90 с.
2. Острейковский В.А. Теория надежности: Учебник для вузов.- М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
3. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Критерии и показатели надежности. – СПб: Высшая школа, 2006. –704 с.
4. Половко А.М., Гуров С.В. Практикум по теории надежности. – СПб: Высшая школа, 2006. –560 с.
5. Колобов А.Б. Надежность технических систем: Курс лекций. Ивановский государственный энергетический университет. - kolobov@tipm.istu

А2. Дополнительная литература по теории надежности.

1. Надежность технических систем: Справочник /Ю.К.Беляев, В.А.Богатырев, В.В.Болотин и др. Под редакцией И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
2. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
3. Гнеденко Б.В., Соловьев А.Д. Математика и теория надежности. – М.: Знание, 1982. – 63 с.
4. Калабро С.Р. Принципы и практические вопросы теории надежности. –М.: Машиностроение, 1966. – 374 с.
5. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. –М.: Мир, 1990. – 208 с.
6. Переездчиков И.В., Крышевич О.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие. Т.1. – М.: МГТУ им. Баумана, 1998. – 43 с. Т.2.– М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2002. – 44 с.
7. Проппиков А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
8. Устич П.А., Карпычев В.А., Овечников М.Н. Надежность нетягового подвижного состава. – М.: Изд-во МПС, 1999. – 325 с.
9. Хенли Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение, 1984. – 525 с.

Б1. Основная литература по теории техногенного риска

1. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и его оценка. Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
2. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2001. – 319 с.

Б2. Дополнительная литература по теории риска

1. Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. – М.: Деловой экспресс, 2002. – 368 с.

2. Акимов В.А., Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: учебное пособие / В.А. Акимов, В.В.Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 347 с.
3. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. Учебное пособие для вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2003. – 512 с.
4. Брушлинский Н.Н. К вопросу о вычислении рисков // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ, 2004. Вып.1.
5. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Техногенный риск и безопасность. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2001. – 170 с.
6. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та АиС, 2003. – 154 с.
7. Измалков В.И., Измалков А.В. Безопасность и риск при техногенных воздействиях. Ч.1-2. – М., СПб, 1994. – 269 с.
8. Ковалевич О.М. Риск в техногенной сфере. – М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 152 с.
9. Чулков Н.А., Деренок А.Н. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. политех. ун-та, 2012. – 150 с.
10. Чура Н.Н. Техногенный риск: учебное пособие / под ред. В.А. Девисилова. – М.: КНОРУС, 2011. – 280 с.
11. Шубин Р.А. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие для студентов спец-ти БТПП. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2012. – 79 с.
12. Шахраманьян М.А., Ларионов В.И., Нигметов Г.М. и др. Комплексная оценка рисков от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера //Безопасность жизнедеятельности, 2001, №12. С.8-14.

В. Вспомогательная литература по теории вероятностей.

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1998. – 576 с.

Г. Нормативно - законодательные документы

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. ГОСТ 27.002-83 (2002). Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции.
3. ГОСТ 27.002-83 (2002). Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности.
4. ГОСТ 27.003-90 (2002). Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
5. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения.
6. ГОСТ 27.301-95 (2002). Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.
7. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. Научно-техническое управление и ГУП НТЦ «Промышленная безопасность». – М.: Ростехнадзор России. Постановление от 10.07.2001, №30.

8. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приказ МЧС от 10.07.2009, №404. – СПС Гарант, 2010.
9. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приказ МЧС от 30.06.2009, №382. – СПС Гарант, 2010.
10. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.03.2009, № 272. – СПС Гарант, 2010.
11. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97, № 116-ФЗ.
12. ГОСТ 23000-78. Система «человек- машина». Риск, надежность и безопасность. Система понятий и обозначений // Безопасность труда в промышленности, 1997, №11, с.55 -63.

Д. Периодические издания

1. Журнал «Риск и безопасность»
2. Журнал «Математическое моделирование»
3. Вестник ПНИПУ. Безопасность и управление рисками

Е. Официальные издания

<http://www.mchs.gov.ru> - сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
по дисциплине
«НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

1. НАДЕЖНОСТЬ И ЕЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
1.1	Надежность – это		1
1.2	Долговечность – это		2
1.3	Сохраняемость - это		3
1.4	Безотказность - это		4
1.5	Ремонтопригодность – это		5
1.6	Восстанавливаемость – это		6

2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
2.1	Производственные факторы включают		1
2.2	Конструктивные факторы включают		2
2.3	Эксплуатационные факторы включают в себя		3

3. ОТКАЗ, КРИТЕРИИ ОТКАЗОВ

	ВОПРОС	ОТВЕТ №	
3.1	Отказ – это		1
3.2	Критерий отказа – это		2
3.3	Предельное состояние – это		3
3.4	Неисправное состояние объекта – это		4
3.5	Неработоспособное состояние объекта – это		5

4. ВИДЫ ОТКАЗОВ

	ВОПРОС	ОТВЕТ №	
4.1	Эксплуатационный отказ – это		1
4.2	Внезапный отказ -		2
4.3	Перебегающий отказ – это		3
4.4	Устойчивый отказ – это		4
4.5	Латентный отказ – это		5
4.6	Производственный отказ – это		6

5. СРОК СЛУЖБЫ, РЕСУРС И НАРАБОТКА

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
5.1	Наработка – это		1
5.2	Наработка до отказа – это		2
5.3	Срок службы объекта – это		3
5.4	Технический ресурс – это		4
5.5	Наработка между отказами – это		5
5.6	Наработка между отказами – это		6
5.7	Назначенный ресурс – это		7
5.8	Средний ресурс – это		8

6. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗОТКАЗНОСТИ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
6.1	Вероятность безотказной работы определяется как		1
6.2	Вероятность отказа за промежуток времени от начала работы до момента t вычисляется как		2
6.3	Вероятностной оценкой средней		3

	наработки на отказ служит		
6.4	Интенсивность отказов определяется как		4
6.5	Интенсивность отказов может быть вычислена как		5

7. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

№	ВОПРОС		ОТВЕТ №	№
7.1	Вероятностной оценкой среднего времени восстановления объекта является			1
7.2	Вероятность восстановления объекта вычисляется как			2
7.3	Стационарный коэффициент готовности объекта определяется как			3
7.4	Оперативный коэффициент готовности определяется как			4
7.5	Интенсивность восстановления определяется как			5

8. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

№	ВОПРОС		ОТВЕТ №	№
8.1	Биномиальное			1
8.2	Пуассона			2
8.3	Равномерный			3
8.4	Нормальный			4
8.5	Показательный (экспоненциальный)			5
8.6	Вейбулла-Гнеденко			6

9. ПОТОКИ ОТКАЗОВ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
9.1	Простейший поток отказов – это		1
9.2	Нестационарный пуассоновский поток отказов –		2
9.3	Поток отказов без последствия – это поток, в котором		3
9.4	Стационарный поток отказов – это поток, в котором		4
9.5	Ординарный поток отказов – это поток, в котором		5

10. РЕЗЕРВИРОВАНИЕ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
10.1	Резервирование – это		1
10.2	Структурное резервирование - это		2
10.3	Функциональное резервирование - это		3
10.4	Временное резервирование - это		4
10.5	Информационное резервирование - это		5

11. МЕТОДЫ СТРУКТУРНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
11.1	Резервирование называется общим, если		1
11.2	Резервирование называется поэлементным (раздельным), если		2
11.3	Резервирование называется групповым, если		3
11.4	Резервирование называется скользящим, если		4

11.5	Резервирование называется нагруженным (горячим), если		5
11.6	Резервирование называется ненагруженным (холодным), если		6

ЧАСТЬ 2. ТЕОРИЯ РИСКА

12. ИСТОЧНИКИ И ПРИЧИНЫ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
12.1	Основные источники техногенных аварий – это	- технологические процессы и оборудование, - транспортные системы, - источники энергоснабжения, - люди, - природные явления	1
12.2	Основные причины техногенных аварий – это	- проектные ошибки, - отказы техники, - ошибки операторов, - нарушения технологических режимов	2
12.3	Важнейшие причины отказов в системах «человек – техника» – это	- старение (износ или коррозия) оборудования, - нарушение условий эксплуатации техники, - неверные действия оператора, - несвоевременные действия оператора, - отсутствие систем контроля безопасности	3

13. КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
13.1	По масштабу действия выделяют следующие классы аварий:	- глобальные, - национальные, - региональные, - местные, - объектные	1
13.2	По тяжести последствий выделяют следующие классы аварий:	- уничтожающие (потери не восстановимы) - тяжёлые (срок восстановления - свыше 5-7 лет), - средние (срок восстановления до 5-7 лет), - лёгкие (срок восстановления - до одного года), - легчайшие (срок восстановления - до трёх суток)	2
13.3	По зонам распространения выделяют следующие классы аварий:	- атмосферные, - гидросферные, - литосферные, - стратосферные	3
13.4	По принципам действия на человека выделяют следующие классы техногенных аварий:	- химические аварии, - пожары и взрывы, - радиоактивные заражения, - биологические заражения, - аварии, связанные с проникающей радиацией и ионизирующими излучениями	4

14. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
14.1	Риск аварии – это	- комплексная оценка вероятности аварии и величины соответствующих потерь	1
14.2	Допустимый риск аварии – это	- вероятность аварии при заданном (социально обоснованном) соотношении приемлемых потерь и затрат на обеспечение безопасности	2
14.3	Нормативные значения риска – это	- показатели риска, приемлемого в конкретной области производственной деятельности человека в соответствии с требованиями законодательных актов	3

15. АВАРИЙНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
15.1	Аварийное регулирование – это	- совокупность мероприятий по предупреждению аварий	1
15.2	Управление техногенным риском – это	- разработка научных основ безопасности, - создание соответствующей нормативно-правовой базы, - создание административно-экономической системы контроля безопасности, - мониторинг деятельности опасных технических объектов, - создание системы ликвидации последствий аварий	2
15.3	Цель управления риском – это	- снижение вероятности аварий и минимизация возможных потерь	3
15.4	Прогнозирование аварий – это	- расчёт вероятности возможных потерь на основе методов математического моделирования	4
15.5	Аварийная подготовленность – это	- способность органов управления к разработке и реализации мероприятий по поддержанию нормального (безаварийного) функционирования опасных технических объектов, - наличие соответствующего материально-технического обеспечения - мониторинг безопасности, - готовность органов управления к локализации аварий и минимизации потерь	5