

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин

31. 10. 2023

Регистрационный № УД 200301/Б.1.0.28/р

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И
ТЕХНОГЕННОГО РИСКА**
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) Техносферная безопасность (общий профиль)

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	22
Практические занятия, часы	22
Экзамен, семестр	8
Курсовая работа, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	44
Самостоятельная работа, часы	100
Всего часов / зачетных единиц	144/4

Кафедра-разработчик программы: «Техносферная безопасность и производственный дизайн»
(название кафедры)

Составитель: А. В. Щур, зав. кафедрой, д-р биол. наук, канд. с.-х. наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность № 680 от 25.05.2020, учебным планом рег. № 200301-2.1 от 28.04.2023 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн»
29.06.2023 г., протокол № 11

Зав. кафедрой
«Техносферная безопасность
и производственный дизайн»


_____ А. В. Щур

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«30» августа 2023 г., протокол № 1

Зам. председателя
Научно-методического совета

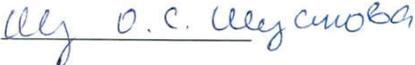

_____ С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Л.А. Щербина, заведующий кафедрой химии и химической технологии высокомолекулярных соединений УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь


_____ О.С. Шустова

Начальник учебно-методического
отдела


_____ О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – сформировать специалистов, способных обоснованно применять современные математические модели и методы расчета надежности технических систем и оценки риска, умеющих квалифицированно выбирать рациональные варианты повышения надежности и оценивать результаты при ограниченных средствах

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- теоретические основы и принципы обеспечения требуемой надежности технических систем, структуру и состав сложных технических систем;
- основные принципы повышения надежности элементов технических систем; правила и приемы повышения надежности устройств, составляющих основу сложной технической системы; методы повышения надежности сложной технической системы, состоящей из устройств и элементов с конечным значением надежности;
- меру оценки безопасности в техногенной сфере и концепцию распределения средств между вероятностью возникновения аварийной ситуацией и ожидаемым ущербом;

уметь:

- пользоваться технической литературой по расчетам надежности технических систем
- рассчитывать надежность элементов и устройств, входящих в структуру сложной технической системы;
- рассчитывать вероятность безотказной работы сложных технических систем;

владеть:

- методами построения математических моделей типовых задач техносферной безопасности;
- навыком рациональных действий в целях повышения надежности;
- основными методами моделирования сложных технических систем.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Методы оценки надежности технических систем и техногенного риска» относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Обязательная часть Блока 1)).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Математика;
- Физика.

Результаты изучения дисциплины используются в ходе преддипломной практики, при подготовке выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ПК-6	Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
Тема 1	Основные понятия и количественные характеристики надежности технических систем	Знание понятий, определений, описаний, формулировок. Цена надежности, Основные понятия теории надежности сложных технических систем. Оценка риска. Основные количественные характеристики риска, надежности технических систем и связь между ними.	ОПК-2 ПК-6
Тема 2	Надежность элементов сложных технических систем	Основные виды отказов элементов технических систем. Особенности распределения отказов элементов.	ОПК-2 ПК-6
Тема 3	Методы оценки надежности сложных нерезервированных систем	Сложные технические системы и определение их надежности. Оценка надежности последовательных сложных систем без накопления нарушений.	ОПК-2 ПК-6
Тема 4	Определение надежности сложных технических систем при постоянно включенном резерве	Количественные показатели надежности резервированной системы с постоянно включенным резервом.	ОПК-2 ПК-6
Тема 5	Повышение надежности сложных технических систем методом «нагруженного» резервирования	Теоретические предпосылки решения задачи расчета надежности технической системы, резервированной по принципу «нагруженного» резервирования. Размеченный граф состояния технической системы, резервированной по принципу «нагруженного» резервирования. Решение системы дифференциальных уравнений в среде Mathcad.	ОПК-2 ПК-6

Тема 6	Вероятность безотказной работы технической системы при резервировании замещением	Расчетные соотношения для случая резервирования при идеальных коммутаторах. Влияние надежности переключающих устройств на качество «холодного» резервирования.	ОПК-2 ПК-6
Тема 7	Логико-вероятностные методы исследования надежности технических систем	Применение алгебры логики к оценке надежности технических систем. Основные логические операции, используемые в теории надежности технических систем. Надежностная и структурная значимость элемента в сложной технической системе.	ОПК-2 ПК-6
Тема 8	Надежность сложных технических систем с восстановлением	Оценка надежности технической системы при мгновенном и задержанном восстановлении. Размеченный граф состояний сложной технической системы с восстановлением. Практические аспекты исследования надежности восстанавливаемых технических систем.	ОПК-2 ПК-6

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема 1. Основные понятия и количественные характеристики надежности технических систем	2	Практическая работа №1. Решение задач.	2	2	ПР	4
2	Тема 1. Основные понятия и количественные характеристики надежности технических систем	2	Практическая работа №2. Решение задач.	2	2	ПР	4
3	Тема 2. Надежность элементов сложных технических систем	2	Практическая работа №3. Решение задач.	2	2	ПР	4
4	Тема 3. Методы оценки надежности сложных нерезервированных систем	2	Практическая работа №4. Решение задач.	2	2	ПР	4
5	Тема 4. Определение надежности сложных технических систем при постоянно включенном резерве	2	Практическая работа №5. Решение задач.	2	5	ПР КР ПКУ	4 10 30
Модуль 2							
6	Тема 5. Повышение надежности сложных технических систем методом «нагруженного» резервирования	2	Практическая работа №6. Решение задач.	2	2	ПР	4
7	Тема 5. Повышение надежности сложных технических систем методом «нагруженного» резервирования	2	Практическая работа №7. Решение задач.	2	2	ПР	4
8	Тема 6. Вероятность безотказной работы технической системы при резервировании замещением	2	Практическая работа №8. Решение задач.	2	2	ПР	4
9	Тема 7. Логико-вероятностные	2	Практическая работа №9.	2	2	ПР	4

	методы исследования надежности технических систем		Решение задач.				
10	Тема 8. Надежность сложных технических систем с восстановлением	2	Практическая работа №10. Решение задач.	2	2	ПР	4
11	Тема 8. Надежность сложных технических систем с восстановлением	2	Практическая работа №11. Решение задач.	2	5	ТЗ ПКУ	10 30
1-11	Выполнение курсовой работы				36		
12-14					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	22		22	100		100

Принятые обозначения:

ПР – практическая работа;

КР – контрольная работа;

ТЗ – тестовое задание;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовой работе

Целью курсового проектирования является формирование у обучающегося технической компетентности в области анализа надежности технических систем и оценки техногенного риска.

Темы курсовых работ для всех студентов формулируются следующим образом: «Анализ надежности и техногенного риска технической системы <наименование технической системы>»

Примерная тематика курсовых работ представлена в приложении хранится на кафедре.

Содержание курсовой работы включает:

1) теоретическая часть – описание рисков, имеющих место при реализации различных проектов;

2) практическая часть – идентификацию таких рисков с причинами отказов;

3) проектная часть – расчет показателей надежности функционирования предприятия (проекта) с использованием методов теории надежности, адаптированных для исследования проектов.

Курсовая работа включает пояснительную записку объемом 25-30 страниц и графическую часть, оформленную на двух листах формата А3.

Этап выполнения	Минимум	Максимум
Описание исследуемой системы	3	5
Определение требований надежности и работоспособности системы	6	10
Распределение требований надежности системы по различным подсистемам	9	15
Проведение анализа надежности системы и техногенного риска на основе методов надежности. Оформление чертежей	12	20

Исследования и рекомендации. Оформление пояснительной записки	6	10
Итого за выполнение курсовой работы	36	60
Защита курсовой работы	15	40

Итоговая оценка курсовой работы представляет собой сумму баллов за ее выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Проблемные/ проблемно-ориентированные		№№1-11	22
2	Мультимедиа	№№1-8		22
	ИТОГО	22	22	44

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Вопросы для проведения контрольных работ	1
3	Вопросы к тестовым заданиям	1
4	Контрольные вопросы к практическим занятиям	В методических рекомендациях

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
	Компетенция ОПК-2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления		
	ИОПК-2.2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства для оценки надежности технических систем и техногенных рисков		
1	Пороговый уровень	Имеет представление о современных информационных технологиях и программных средствах для оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Понимает необходимость использования современных информационных технологий и программных средств для оценки надежности технических систем и техногенных рисков

2	Продвинутый уровень	Способен применять современные информационные технологии для оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Может анализировать необходимость использования современных информационных технологий в различных ситуациях, возникающих в результате оценки надежности технических систем и техногенных рисков
3	Высокий уровень	Владеет навыками анализа ситуаций, в которых необходимо использование современных информационных технологий, а также способен организовать работу с программными средствами для оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Может анализировать и давать объективную оценку ситуации, при которой необходимо использование современных информационных технологий. Способен руководить процессом работы с программными средствами для оценки надежности технических систем и техногенных рисков
Компетенция ПК-6 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач			
ИПК-6.7 Способен производить оценку надежности технических систем и техногенного риска			
1	Пороговый уровень	Имеет представление о методах оценки надежности технических систем и техногенного риска	Понимает необходимость оценки надежности технических систем и техногенного риска
2	Продвинутый уровень	Может осуществлять поиск информации необходимой для оценки надежности технических систем и техногенного риска	Способен осуществлять поиск и анализ информации, необходимой для оценки надежности технических систем и техногенного риска
3	Высокий уровень	Способен анализировать и выбирать наиболее подходящие методы оценки надежности технических систем и техногенного риска	Способен анализировать и синтезировать информацию для выявления оптимального метода оценки надежности технических систем и техногенного риска

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
Компетенция ОПК-2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления	безопасность человека и сохранение культуры безопасности и концепции окружающей среды и ориентированного мышления
Понимает необходимость использования современных информационных технологий и программных средств для оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене
Может анализировать необходимость использования современных информационных технологий в различных ситуациях, возникающих в результате оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене
Может анализировать и давать объективную оценку ситуации, при которой необходимо использование современных информационных технологий. Способен руководить процессом работы с программными средствами для оценки надежности технических систем и техногенных рисков	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене

Компетенция ПК-6 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	
Понимает необходимость оценки надежности технических систем и техногенного риска	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене
Способен осуществлять поиск и анализ информации, необходимой для оценки надежности технических систем и техногенного риска	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене
Способен анализировать и синтезировать информацию для выявления оптимального метода оценки надежности технических систем и техногенного риска	Контрольные вопросы для практических работ, контрольная работа, тестовые задания, курсовая работа, ответ на экзамене

5.3 Критерии оценки практических работ

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить задание по практическому занятию согласно учебной программе. Задание выдает преподаватель, который ведет занятия. Оценка знаний проводится в устной форме и состоит в ответе на контрольные вопросы или участие в дискуссии. При ответе студент имеет право пользоваться записями в тетради. Суммарная оценка за практическое занятие включает: оценку полноты и правильности выполнения задания, полноты и правильности ответов на вопросы. Итоговая оценка за каждую работу составляет:

0 – в случае отсутствия студента или невыполнения задания;

1 – студент присутствовал на занятии, работа выполнена не полностью, отчет не оформлен;

2 – студент присутствовал на занятии, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, в работе и при ответах на контрольные вопросы допущены грубые ошибки, либо ответ отсутствует;

3 – студент присутствовал на занятии, отчет оформлен не в полном соответствии с требованиями, в работе и (или) при ответах на контрольные вопросы допущены ошибки;

4 – студент присутствовал на занятии, отчет оформлен в соответствии с требованиями, в работе, при ответах на контрольные вопросы допущены несущественные ошибки;

5 – в случае правильного выполнения и оформления работы, а также полных ответах на контрольные вопросы.

5.4 Критерии оценки контрольной работы

Контрольная работа имеет целью оценку теоретических знаний студентов в объеме содержания 1 модуля. Контрольная работа проводится в письменной форме.

Критерии оценки контрольной работы:

0 баллов – ответ отсутствует или дан ответ на другой вопрос.

1 балл – ответ неверный или допущены принципиальные ошибки.

2 балла – ответ неполный, содержит существенные ошибки.

3-4 балла – ответ содержит основные материалы теоретического курса по теме вопроса.

5-6 баллов – ответ полный, не содержит существенных ошибок,

7-8 баллов – ответ полный, структурированный, не содержит ошибок, дополнен материалами самостоятельной работы студента.

9-10 баллов – ответ полный, структурированный, не содержит ошибок, включает примеры, доводы, аргументы, решения, самостоятельно найденные студентом.

5.5 Критерии оценки тестового задания

Тестовое задание имеет целью предварительную оценку теоретических и практических знаний студента по всему курсу. Результат выполнения тестового задания поможет преподавателю оптимально организовать консультацию, а студенту поможет планировать подготовку к экзамену.

0 баллов – правильно выполнено менее 5% заданий предложенного теста, (на поставленные вопросы открытого типа ответ отсутствует или неверный).

1 балл – правильно выполнено 5-10 % заданий предложенного теста (на поставленные вопросы открытого типа ответ отсутствует или неверный).

2 балла – правильно выполнено 10-20 % заданий предложенного теста (на поставленные вопросы открытого типа ответ отсутствует или неверный, допущены существенные ошибки в терминах, понятиях).

3 балла – правильно выполнено 20-30 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неверные ответы).

4 балла – правильно выполнено 30-40 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неверные ответы на поставленный вопрос).

5 баллов – правильно выполнено 40-50 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неверные и неточные ответы на поставленный вопрос).

6 баллов – правильно выполнено 50-60 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неверные и неточные ответы на поставленный вопрос).

7 баллов – правильно выполнено 60-70 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неточные ответы на поставленный вопрос).

8 баллов – правильно выполнено 70-80 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа даны неточные ответы на поставленный вопрос).

9 баллов – правильно выполнено 80-90 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа дан точный ответ на поставленный вопрос).

10 баллов – правильно выполнено 90-100 % заданий предложенного теста (в заданиях открытого типа дан точный ответ на поставленный вопрос).

5.6 Критерии оценки экзамена

Студент допускается к экзамену том случае, если выполняются следующие требования:

1. Студент выполнил полностью практические работы.

2. Сумма рейтинг-баллов, набранных студентом, составляет не менее 36.

Билет содержит 3 вопроса за каждый ответ может быть начислено до 12 баллов.

Если на один из вопросов студент получает 0 баллов, оценка «неудовлетворительно».

0 баллов – ответ отсутствует или полностью не соответствует заданному вопросу.

1-2 балл – ответ содержит отдельные элементы, относящиеся к теме вопроса

3-4 балла – ответ неполный, не раскрывает сущность вопроса, нелогичный содержит грубые ошибки

5-6 баллов – ответ неполный, содержит существенные ошибки

7-8 балла – ответ в целом раскрывает сущность вопроса, содержит основные положения по теме вопроса, содержит несущественные ошибки

9-10 баллов – ответ полный, логичный, последовательный, допускаются незначительные неточности

11-12 баллов – ответ полный, логичный, последовательный, правильный, содержит дополнительный материал по теме вопроса

Максимальная оценка за 3 вопроса – 36 баллов.

Если на один из вопросов студент получает 0 баллов, оценка «неудовлетворительно».

Дополнительно студент может получить 4 балла за сравнительный анализ

современных научных взглядов и аргументированное изложение собственной точки зрения на научные проблемы по теме вопросов билета.

Если на каждый из вопросов получено более 0 баллов, оценка выставляется согласно п. 2.2.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

1. Подготовку ответов на контрольные вопросы к практическим занятиям.
2. Подготовку ответов на вопросы контрольных работ и экзамена.
3. Разработка курсовой работы по теме «Анализ надежности и техногенного риска технической системы».

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/ URL ссылка
1	Долгин, В. П. Надежность технических систем : учебное пособие / В. П. Долгин, А. О. Харченко. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2023. — 167 с.		https://znanium.com/catalog/product/1941734

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/ URL ссылка
1	Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов [и др.] - Москва : Логос, 2020. - 376 с.		https://znanium.com/catalog/product/1211589
2	Рыков, В. В. Надёжность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В.В. Рыков, В.Ю. Иткин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 192 с.		https://znanium.com/catalog/product/1021444

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека

<http://riskprom.ru/> - Анализ опасностей и оценка техногенного риска

<https://rucont.ru/catalog/> - Руконт - межотраслевая электронная библиотека

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Щур А.В., Шилова И.В.. Методы оценки надежности технических систем и техногенного риска. Методические рекомендации к выполнению практических занятий для студентов по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. – Могилев, 2023. – 47 с. (электронный вариант)

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по темам курса:

Тема 1 – Основные понятия и количественные характеристики надежности технических систем

Тема 2 – Надежность элементов сложных технических систем

Тема 3 – Методы оценки надежности сложных нерезервированных систем

Тема 4 – Определение надежности сложных технических систем при постоянно включенном резерве

Тема 5 – Повышение надежности сложных технических систем методом «нагруженного» резервирования

Тема 6 – Вероятность безотказной работы технической системы при резервировании замещением

Тема 7 – Логико-вероятностные методы исследования надежности технических систем

Тема 8 – Надежность сложных технических систем с восстановлением