

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Надежность технических систем и техногенный риск

Учебный план: 2024-2025 18.03.02 ИФСТЗ ПБвРТ ОО №1-1-178.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Производственная безопасность в ресурсосберегающих технологиях
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
5	УП	16	32	69	27	4	Экзамен
	РПД	16	32	69	27	4	
Итого	УП	16	32	69	27	4	
	РПД	16	32	69	27	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

кандидат технических наук, Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

С. В. Макаренко

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области оценки надежности технических систем и техногенного риска, позволяющие применить знания, умения и личные качества для решения задач надежности химико-технологических систем (ХТС)

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть теоретические и прикладные вопросы теории надежности технических систем и техногенного риска;
- Рассмотреть методы повышения надежности технических систем, важнейшие технологические способы обеспечения и повышения надежности оборудования и трубопроводов;
- Раскрыть вопросы оценки экологического риска и управление им.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Информационные технологии

Численные методы в химико-технологических расчетах

Техника и технологии ресурсосберегающих процессов

Процессы и аппараты химической технологии

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен определять технологические решения, способствующие минимизации и (или) предотвращению негативного воздействия на окружающую среду

Знать: методы повышения надежности природоохранных объектов и анализа техногенного риска.

Уметь: проводить количественную оценку показателей надежности технических систем и техногенного риска.

Владеть: навыками расчета основных показателей надежности и оценки техногенного риска, в том числе с экономической оценкой целесообразности предложений о повышении надежности систем в конкретных производственных условиях.

ПК-5: Способен обеспечить организацию и проведение мероприятий, направленных на снижение уровней профессиональных рисков

Знать: терминологию и основные понятия теории надежности технических систем и техногенного риска; подходы к оценке основных показателей надежности (вероятностей безотказной работы и отказа, плотности вероятности и интенсивности отказов, средней наработки до отказа); способы представления структуры технологических схем с точки зрения надежности; подходы к оценке надежности систем при различных способах соединения; методы повышения надежности.

Уметь: оценивать показатели надежности элементов схем на основе статистического подхода; проводить количественную оценку показателей надежности технических систем сложной структуры.

Владеть: навыками расчета основных показателей надежности сложных схем, в том числе с различными видами структурного резервирования; навыками расчета рисков на базе данных по отказам оборудования.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Показатели надежности технических объектов и систем. Методология анализа и оптимизации надежности сложных химико-технологических систем	5					Т,З,
Тема 1. Основные термины и определения теории надежности объектов и систем. ГОСТ 27.002-2015. Обзор основных показателей надежности технических объектов. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых объектов.				4	ИЛ	
Тема 2. Основные показатели надежности технических объектов - вероятность безотказной работы, вероятность отказа, плотность вероятности, интенсивность отказов. Статистическая оценка показателей надежности. Взаимосвязь показателей надежности Средняя наработка до отказа. Практическое занятие "Оценка основных характеристик надежности элементов технических систем интервальным методом".		2	4	6		
Тема 3. Основные законы распределений случайных величин, применяемые в теории надежности. Практическое занятие "Выбор закона распределения времени отказов и определение его параметров"		2	4	4	ИЛ	
Тема 4. Оценка характеристик надежности сложных технологических систем. Символические и топологические модели надежности технических систем. Различные способы соединения элементов и их отражение в блок-схемах надежности (последовательное и параллельное соединения, комплексные соединения, соединения типа m из n, мостиковые схемы). Практическое занятие "Расчет характеристик надежности сложных технологических систем с различным		2	6	6	ИЛ	

Тема 5. Способы повышения надежности технических систем. Общая характеристика способов обеспечения и повышения надежности. Виды и способы резервирования. Структурное резервирование. Временное резервирование. Информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Способы структурного резервирования. Практическое занятие "Расчет характеристик надежности систем с различными видами структурного резервирования".		2	6	10	ИЛ	
Тема 6. Системный подход к исследованию и оптимизации надежности производств. Методы и алгоритмы расчета показателей надежности технических систем. Методы оптимизации надежности технических систем. Практическое занятие "Оптимальное резервирование".		2	4	12	ИЛ	
Раздел 2. Надежность оперативного персонала сложных систем.						
Тема 7. Основные понятия и определения надежности оперативного персонала.		1		4		,3
Тема 8. Человек-оператор как звено сложной системы человек-машина-среда. Практическое занятие "Оценка надежности оперативного персонала в сложных системах".		1	4	10		
Раздел 3. Техногенный риск.						
Тема 9. Риск как количественная мера опасности. Нормативно-правовые аспекты оценки рисков в технике. Классификация рисков.		2		5		,3
Тема 10. Трактовка риска как количественная мера опасности и ее применение в расчетах. Практическое занятие "Количественная оценка техногенного риска".		2	4	8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	69		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		50,5		93,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Перечисляет основные показатели надежности технических объектов, объясняет подход к статистической оценке показателей, взаимосвязь между показателями. Оценивает показатели надежности производственных систем, описывает методы повышения надежности технических систем. Выполняет расчеты показателей надежности по блок-схемам надежности систем.	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированное задание

ПК-5	Идентифицирует типовые способы соединения элементов объектов сложной структуры (с точки зрения надежности), описывает подходы к расчету вероятностных характеристик надежности в зависимости от способа соединения элементов. Составляет математические выражения для вероятности безотказной работы Выполняет расчеты показателей надежности элементов по статистической выборке времени отказов. Выполняет компьютерные расчеты показателей надежности схем сложной структуры.	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированное задание
------	--	---

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Самостоятельное верное выполнение практико-ориентированного задания.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Неточности при выполнении практико-ориентированного задания.	
2 (неудовлетворительно)	Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Основные понятия в области надежности. Надежность, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Отказ. Классификация отказов.
2	Определения вероятности безотказной работы элемента производственной системы, вероятности отказа, интенсивности отказов, средней наработки. Привести статистические оценки
3	Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент вынужденного простоя. Коэффициент профилактики.
4	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Экспоненциальный закон распределения отказов.
5	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Нормальный закон распределения отказов.
6	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Гамма-распределение.
7	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Распределение Вейбулла.
8	Проверка гипотезы об экспоненциальном законе распределения времени отказов.
9	Расчет надежности технических систем с последовательным соединением элементов. Пример.
10	Расчет надежности технических систем с параллельным соединением элементов. Пример.

11	Расчет надежности систем с комбинированным соединением элементов. Пример.
12	Расчет надежности систем типа m из n методом простого перебора. Пример.
13	Расчет надежности мостиковых систем методом простого перебора. Пример.
14	Расчет надежности систем типа m из n методом минимальных путей и сечений. Пример.
15	Расчет надежности мостиковых систем методом минимальных путей и сечений. Пример.
16	Методы повышения надежности технических систем.
17	Структурное резервирование. Определение числа резервных элементов. Пример.
18	Влияние переключателей на надежность производственных систем.
19	Организационно-технические и технологические способы повышения надежности производственных систем.
20	Оптимизация надежности производственных систем. Пример.
21	Принципы и методы обеспечения надежности систем теплоснабжения.
22	Обеспечение надежности сооружений по очистке сточных вод и обработки осадков.
23	Статистика ошибок оперативного персонала.
24	Классификация ошибок оперативного персонала.
25	Надежность человека как звена сложной производственной системы.
26	Методы оценки риска аварий в теории надежности.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Примеры тестовых заданий открытого типа приведены в приложенном файле фондов оценочных средств для текущего контроля.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

По структурной схеме надежности технической системы, в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы P и значениям интенсивностей отказов ее элементов λ_i требуется:

1. Произвести структурные преобразования исходной схемы.
2. Выполнить расчет надежности комбинированной системы.
3. Построить графики изменения всех характеристик надежности.
4. Рассчитать наработку со значением вероятности безотказной работы не ниже 0,9 (гамма-процентный ресурс 90 %).
5. Определить фрагмент в преобразованной схеме с минимальным значением вероятности безотказной работы и предложить варианты повышения надежности этого фрагмента, что позволит увеличить надежность системы в целом.

На схемах, обведенные пунктиром m элементов являются функционально необходимыми из n параллельных ветвей.

Варианты заданий приведены в приложенном файле фондов оценочных средств для промежуточного контроля.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа на теоретический вопрос 25 минут.

Время на выполнение практико-ориентированного задания (компьютерный расчет) - 60 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Беспалова И. М.	Надежность технологических и технических систем	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219

Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.	Надежность технических систем и техногенный риск	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125
Халикова, В. А., Степаненко, Е. Е., Зеленская, Т. Г., Окрут, С. В., Бабанский, М. С., Коровин, А. А.	Техногенные системы и экологический риск	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет	2022	https://www.iprbookshop.ru/133774.html
Чижик, В. П.	Риск-менеджмент	Омск: Омский государственный технический университет	2022	https://www.iprbookshop.ru/131224.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дерюшев, Л. Г.	Надежность сооружений систем водоснабжения	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/57046.html
Тремясов, В. А., Кривенко, Т. В.	Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию	Красноярск: Сибирский федеральный университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/84157.html
Рахимова, Н. Н.	Надежность технических систем и техногенный риск	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/78793.html
Горев, В. А.	Надежность технических систем и техногенный риск	Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2018	http://www.iprbookshop.ru/80627.html
Лобанов, А. В., Степнова, А. Ф.	Техногенные и экологические риски	Москва: Московский педагогический государственный университет	2023	https://www.iprbookshop.ru/139202.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс].
URL: <http://window.edu.ru/catalog>

Информационно-образовательная среда СПбГУПТД <https://portal.sutd.ru/> с образовательными ресурсами по дисциплине, в том числе видеоматериалами для практических занятий.

СПС "Консультант Плюс"

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Mathcad Education – University Edition Term

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

к рабочей программе дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск»

по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

наименование ОП (профиля): «Производственная безопасность в ресурсосберегающих технологиях»

5.2.2 Типовые тестовые задания (примеры)

Параметр экспоненциального распределения $\lambda = 0,01$ 1/ч. Введите значение среднего времени наработки на отказ.

Параметр экспоненциального распределения $\lambda = 0,01$ 1/ч. Введите значение коэффициента вариации.

Длительность времени безотказной работы элемента ХТС имеет экспоненциальное распределение $\lambda = 0,01$ 1/ч. Введите значение вероятности того, что за время длительностью 50 ч элемент откажет. Ответ может быть дан в виде числа (3 знака после дес. точки) или арифметического выражения.

Длительность времени безотказной работы элемента ХТС имеет экспоненциальное распределение $\lambda = 0,01$ 1/ч. Введите значение вероятности того, что за время длительностью 50 ч элемент не откажет. Ответ может быть дан в виде числа (3 знака после дес. точки) или арифметического выражения.

Определите название закона распределения, для которого плотность вероятности имеет вид $f(t) = 1/T \exp(-t/T)$, где T —средняя наработка.

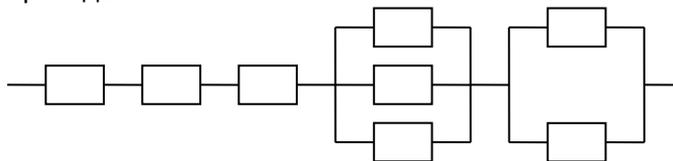
Варианты ответа

- 1—экспоненциальное распределение;
- 2—нормальное распределение;
- 3—распределение Релея;
- 4—распределение Вейбулла.

Введите название распределения, для которого плотность вероятности имеет вид

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp(-(t - m)^2 / \sigma^2).$$

На рисунке ниже приведена блок-схема надежности ХТС. Определить выражение вероятности безотказной работы ХТС, соответствующее приведенной системе.



Варианты ответа

$$1 - P^2 \left\{ 1 - [1 - P][1 - P^2] \right\}^2;$$

$$2 - P^2 \left[1 - (1 - P^2)^2 \right] \left[1 - (1 - P)^2 \right];$$

$$3 - P^3 \left[1 - (1 - P)^3 \right] \left[1 - (1 - P)^2 \right];$$

$$4 - P^2 \left[1 - (1 - P^2)^3 \right] \left\{ 1 - [1 - P]^2 \right\}^2.$$

Здесь P – вероятность безотказной работы элемента.

Введите название термина, определение которого приведено ниже. "Вероятность реализации опасности в зоне пребывания человека".

Как называется опасное происшествие в технической системе на промышленном объекте или на транспорте, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению производственных помещений, сооружений, серьезному повреждению или уничтожению оборудования, механизмов, транспортных средств, сырья и готовой продукции, к нарушению производственного процесса и нанесению ущерба окружающей среде?

Как называется свойство системы "человек – среда обитания", способное причинять ущерб и обусловленное энергетическим состоянием среды и действиями человека?

Как называется крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и разрушение или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей среде?

Обозначим:

P – вероятность безотказной работы в течение времени t ;

m – число аппаратов, проработавших без аварий в течение времени t ;

N_0 – число аппаратов, находящихся под наблюдением.

Введите формулу для оценки вероятности безотказной работы.

Обозначим:

R – экономический риск;

B – вред обществу от рассматриваемого вида деятельности;

P – польза.

Введите формулу для оценки экономического риска.

Обозначим:

K – масштаб экологического риска;

s – площадь кризисных или катастрофических территорий;

s_0 – общая площадь рассматриваемого биогеоценоза.

Введите формулу для оценки масштаба экологического риска.

Обозначим:

R – экологический риск;

N – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени;

N_0 – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Введите формулу для оценки экологического риска.

Обозначим:

R –технический риск;

N –число аварий в единицу времени на идентичных технических системах и объектах;

NO –число идентичных технических систем и объектов, подверженных фактору риска.

Введите формулу для оценки технического риска.

Обозначим:

R –индивидуальный риск;

P –число пострадавших в единицу времени от определенного фактора риска;

L –число людей, подверженных соответствующему фактору риска в единицу времени.

Введите формулу для оценки индивидуального риска.

В таблице приведены виды риска, их коды, объект риска и их коды.

Код вида риска	Вид риска	Объект риска	Код объекта риска
1	Индивидуальный	Материальные ресурсы	1
2	Технический	Социальные группы	2
3	Экологический	Человек Экологические системы	3
4	Социальный	Экономические системы	4
5	Экономический	Технические системы	5

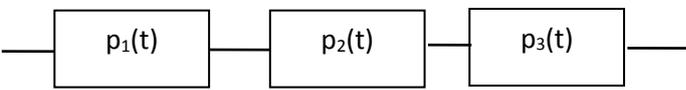
Соотнесите коды видов риска и объектов риска. Введите через запятую двузначные числа, образованные из кода вида риска и кода

Тестовые задания открытого типа

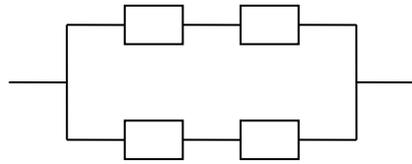
№ вопроса	Формулировка вопроса
1	Назовите свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования
2	Введите наименование свойства объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения
3	Определите состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него
4	Определите состояние объекта, в котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных в документации на него
5	Назовите состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции
6	Назовите состояние объекта, в котором он не способен выполнять хотя бы одну требуемую функцию по причинам, зависящим от него или из-за профилактического технического обслуживания
7	Определите состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно
8	Приведите наименование термина «продолжительность или объем работы объекта»
9	Приведите наименование термина «наработка объекта от начала его эксплуатации или от момента его восстановления до отказа»
10	Как называется суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до момента достижения предельного состояния
11	Назовите событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта
12	Назовите событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния
13	Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта
14	Определите показатель «вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет»
15	Как называется математическое ожидание наработки объекта до отказа?
16	Назовите наработку до отказа, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью γ , выраженной

№ вопроса	Формулировка вопроса
	в процентах
17	Введите наименование термина «условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник»
18	Определите вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени
19	Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период
20	Определите способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и/или возможностей сверх минимально необходимых для выполнения требуемых функций
21	Назовите совокупность дополнительных средств и/или возможностей, используемых для резервирования
22	Как называется элемент объекта, необходимый для выполнения требуемых функций без использования резерва
23	Как называется элемент объекта, предназначенный для выполнения функций основного элемента в случае отказа последнего
24	Определите термин «отношение числа резервных элементов к числу основных элементов, выраженное несокращенной дробью»
25	Вид резерва, который содержит один или несколько резервных элементов, находящихся в режиме основного элемента
26	Вид резерва, который содержит один или несколько резервных элементов, находящихся в менее нагруженном режиме, чем основной элемент до начала выполнения ими функций основного элемента
27	Вид резерва, который содержит один или несколько резервных элементов, находящихся в ненагруженном режиме до начала выполнения ими функций основного элемента
28	Вид резервирования, при котором используется нагруженный резерв, и при отказе любого элемента в резервированной группе выполнение объектом требуемых функций обеспечивается оставшимися элементами без переключений
29	Вид резервирования, при котором функции основного элемента передаются резервному только при отказе основного элемента
30	Вид резервирования, при котором резервируется объект в целом
31	Вид резервирования, при котором резервируются отдельные элементы объекта или их группы

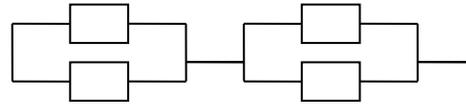
5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Вариант задания
1	<p>На рисунке приведена блок-схема надежности ХТС</p>  <p>Обозначим: p_1, p_2 - вероятности безотказной работы элементов; $p_1=0.8, p_2=0.9$ p - вероятность безотказной работы системы. Оцените значение вероятности безотказной работы ХТС</p>
2	<p>Длительность времени безотказной работы элемента ХТС имеет экспоненциальное распределение $\lambda = 0,01$ 1/ч. Введите значение вероятности того, что за время длительностью 50 часов элемент откажет. Ответ может быть дан в виде числа (3 знака после десятичной точки) или арифметического выражения.</p>
3	<p>На рисунке приведена блок-схема надежности ХТС</p>  <p>Распределение отказов экспоненциальное. Обозначим: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - среднее время до отказов 1-го, 2-го и 3-го элементов (примем, что они равны соответственно 0,002; 0,0009; 0,001 соответственно); λ - среднее время до отказа системы. Оцените среднее время работы до отказа системы.</p>
4	<p>В результате статистического исследования материалов по отказам группы аппаратов получены следующие результаты безотказной работы, ч: 1254, 1314, 1936, 1241, 1427, 1487, 918, 978, 1361, 1314, 1936, 912, 427, 1487, 1025, 978, 1361, 576, 1936, 912, 450, 1487, 1025, 1361, 576, 114, 912, 450, 1765, 1025, 1639, 576, 114, 1242, 450, 1765, 919, 1639, 906, 114, 1242, 780, 1765, 919, 331, 1639, 906, 1242, 780, 2095, 919, 331, 1969, 906, 1646, 780, 2095, 1197, 331, 1969, 1071, 1646, 622, 2095, 119, 735, 1969, 1071, 338, 1646, 622, 212, 1197, 735, 1863, 1071, 338, 1540, 622, 212, 1527, 1863, 1401, 338, 1540, 952, 212, 1527, 629, 1863, 1401, 616, 1540, 952, 490. Провести расчет основных характеристик надежности: $Q(t), P(t), f(t), \lambda(t)$ интервальным методом.</p>
5	<p>Испытываются два независимо работающих рулонных фильтра. Длительность времени безотказной работы фильтров имеет экспоненциальное распределение</p> $Q_1(t) = 1 - \exp(-0,0003t);$ $Q_2(t) = 1 - \exp(-0,00012t).$ <p>Определить вероятность того, что за время 1000 ч: а) оба фильтра откажут; б) оба фильтр не откажут; в) только один фильтр откажет; г) хотя бы один фильтр откажет.</p>
6	<p>Фильтр типа КД, используемый в системах приточной вентиляции и кондиционирования предприятий текстильной и легкой промышленности, имеет интенсивность отказов $\lambda(t) = 66 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$. Определить характеристики надежности фильтра за время $t = 1500$ ч: $Q(t), P(t), f(t)$ и среднюю наработку на отказ T.</p>
7	<p>Блок-схемы надежности ХТС имеют вид, приведенный на рисунке. Наработка элементов до отказа имеет экспоненциальные распределения с параметрами: $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,001 \text{ ч}^{-1}; \lambda_3 = \lambda_4 = 0,0001 \text{ ч}^{-1}$. Определить ресурс функционирования систем при условии, что вероятность безотказной работы</p>

систем к концу этого срока не должна быть ниже заданного допустимого уровня $P_{\text{доп}} = 0,95$.



a

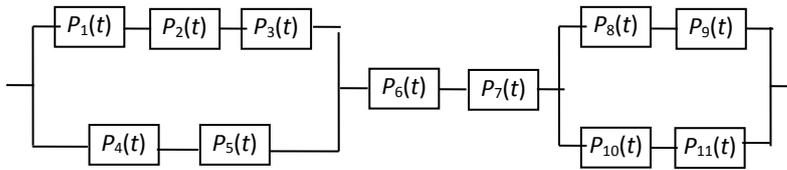


б

Блок-схемы надежности ХТС

8

На рисунке приведена блок-схема надежности ХТС. Напишите выражение для определения вероятности безотказной работы ХТС $P_c(t)$.



Блок-схема надежности