

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО
ХОЗЯЙСТВА

К печати разрешаю

Первый проректор

Г.В.Стадник

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАДЕЖНОСТИ ВК
СИСТЕМ»
(для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и
иностраннных студентов специальности 7.092601 «Водоснабжение и
водоотведение»)

Харьков-ХНАГХ-2006

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО
ХОЗЯЙСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАДЕЖНОСТИ
ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
(для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и
иностранцев специальности 7.092601 «Водоснабжение и
водоотведение»)

Харьков-ХНАГХ-2006

Методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям по курсу «Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем» (для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальности 7.092601 «Водоснабжение и водоотведение»).- Сост.: Душкин С.С, Солодовник М.В., Благодарная Г.И., Булгакова О.В.,- Харьков: ХНАГХ, 2005.- с.

Составители: С.С. Душкин,
М.В.Солодовник,
Г.И. Благодарная,
О.В.Булгакова

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.А. Ткачев

Рекомендовано кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод,
протокол № 5 от 26.12.2005

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина «Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных (ВК) систем» водопроводно-канализационных принадлежит к циклу выборочных профессионально - ориентированных дисциплин по направлению «Водные ресурсы» специальности 7.0926.01 «Водоснабжение и водоотведение».

Предметом изучения дисциплины являются теория, методы, расчет и устройство сетей водоснабжения и водоотведения населенных мест и промпредприятий.

Целью изучения дисциплины является подготовка специалиста, который будет владеть знаниями, связанными с решением вопросов эксплуатации систем в отрасли водоснабжения и водоподготовки.

Основные задачи дисциплины состоят в формировании знаний и умений, которые необходимы для исполнения профессиональных заданий по специальности 7.0926.01 «Водоснабжение и водоотведение».

Методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям по курсу «Математические методы решения задач надежности ВК систем» предусматривают освещение теоретических вопросов, и решение спецзадач, которые могут быть использованы при выполнении дипломного проектирования, а также расчетно - графических и контрольных работ. Они составлены в соответствии с действующим учебным планом и охватывают основные разделы курса. Методические указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 7.0926.01 «Водоснабжение и водоотведение».

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из двух разделов:

- 1 - Теоретическая часть;
- 2 – Расчетно-технологическая часть.

Теоретическая часть предусматривает рассмотрение двух проблемных вопросов по курсу. При выполнении расчетно-технологической части студент решает пять задач по конкретным ситуациям в области надежности работы ВК систем.

Ниже приведены варианты вопросов по теоретической части и варианты задач. При выполнении курсового проекта необходимо использовать рекомендованную литературу.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Вариант №1

1. Математическое ожидание дискретных и случайных величин [1].
2. Специфические особенности режимов работы систем водоснабжения и определения их расчетных параметров [3].
3. Продолжительность ликвидации аварий на водоводах, анализ показателей надежности для водовода [1].

Вариант №2

1. Характеристика функций систем водоснабжения и ее основных состояний [3].
2. Математическое ожидание непрерывных случайных величин [1].
3. Надежность работы водопроводных очистных сооружений [2]

Вариант №3

1. Методы определения расчетных объемов и режимов водопотребления, предусматриваемые действующими нормативными документами [3].
2. Биноминальное распределение [1].
3. Оценка факторов надежности и долговечности канализационных сетей [2].

Вариант №4

1. Виды отказов в системе водоснабжения [3].
2. Дисперсия случайных дискретных величин, дисперсия непрерывных случайных величин, дисперсия величины при биномиальном распределении, среднее квадратичное отклонение [1].
3. Влияние коррозионных условий среды на эксплуатационную надежность канализационных сетей [2].

Вариант №5

1. Влияние отказов на показатели качества функционирования систем водоснабжения [3].
2. Понятие надежности объекта: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, эффективность [1].
3. Снижение воздействия биологической коррозии при эксплуатации канализационных трубопроводов [2].

Вариант №6

1. Гидравлические взаимосвязи элементов систем водоснабжения населенных мест [3].
2. Отказ [1].
3. Надежность работы водопроводных очистных сооружений [2]

Вариант №7

1. Теоретические законы распределения случайных величин и методы установления соответствия этим законам опытных данных [3].
2. Надежность работы водопроводных очистных сооружений [2]
3. Надежность работы канализационной сети и причины ее нарушения [2].

Вариант №8

1. Методы получения и статистической обработки данных об объеме и режиме водопотребления населенных мест [3].
2. Параметр потока отказов [1].
3. Оценка факторов надежности и долговечности канализационных сетей [2].

Вариант №9

1. Простейшие случайные процессы [3].
2. Резервирование скважин подземных водозаборов [1].
3. Надежность работы водопроводных очистных сооружений [2]

Вариант №10

1. Методы и формы регистрации повреждений водопроводных линий и статистическая обработка полученных данных для определения показателей их надежности [3].
2. Вероятность безотказной работы [1].
3. Коррозия бетонных канализационных трубопроводов под действием биологических факторов [2].

Вариант №11

1. Методы получения численных характеристик надежности природных источников воды [3].
2. Системы с отдельным резервированием [1].
3. Снижение воздействия биологической коррозии при эксплуатации канализационных трубопроводов [2].

Вариант №12

1. Показатели надежности простейших комбинаций элементов систем водоснабжения [3].
2. Надежность работы насосных станций [1].
3. Влияние коррозионных условий среды на эксплуатационную надежность канализационных сетей [2].

Вариант №13

1. Общие принципы резервирования систем водообеспечения [3].
2. Математическое ожидание непрерывных случайных величин [1].
3. Надежность работы канализационной сети и причины ее нарушения [2].

Вариант №14

1. Резервированные системы с параллельным включением элементов [3].
2. Интенсивность отказа [1].
3. Оценка факторов надежности и долговечности канализационных сетей [2].

Вариант №15

1. Системы, состоящие из последовательно и параллельно включенных комбинаций элементов [3].
2. Вероятность отказа [1].
3. Резервирование в системах водоводов с резервуарами [1].

Вариант №16

1. Нерезервированные системы с последовательным соединением элементов [3].
2. Факторы, влияющие на надежность работы водозаборных сооружений поверхностных источников [1].
3. Снижение воздействия биологической коррозии при эксплуатации канализационных трубопроводов [2].

Вариант №17

1. Определение показателей надежности простейших резервированных систем из восстанавливаемых элементов [3].
2. Влияние условий эксплуатации на отказы и остановки насосных агрегатов [1].
3. Причины отказов водоводов водопроводных систем [1].

Вариант №18

1. Оценка надежности водопроводных насосных станций и методы их резервирования [3].
2. Продолжительность ликвидации аварий на водоводах, анализ показателей надежности для водовода [1].
3. Коррозия бетонных канализационных трубопроводов под действием биологических факторов [2].

Вариант №19

1. Оценка надежности нерезервированных систем водоснабжения из восстанавливаемых элементов [3].
2. Виды показателей надежности ВК систем [1].

3. Параметр потока отказов [1].

Вариант №20

1. Резервирование и оценка надежности водоприемных сооружений и станций очистки воды [3].
2. Вероятность восстановления ВК системы [1].
3. Нарботка на отказ [1].

Вариант №21

1. Системы с параллельно-последовательным включением элементов [3].
2. Частота отказа [1].
3. Влияние интенсивности и качества ремонтов на надежность водопроводной сети [1].

Вариант №22

1. Средняя наработка до первого отказа [1].
2. Надежность работы водопроводных очистных сооружений [2]
3. Определение показателей надежности простейших резервированных систем из восстанавливаемых элементов [3].

Вариант №23

1. Особенности определения показателей безотказной работы элементов систем водоснабжения с учетом процессов их восстановления [3].
2. Надежность работы насосных станций [1].
3. Оценка факторов надежности и долговечности канализационных сетей [2].

Вариант №24

1. Общий анализ процесса проектирования и расчета кольцевых сетей городских водопроводов с учетом требований надежности [3].
2. Коэффициент готовности [1].
3. Влияние коррозионных условий среды на эксплуатационную надежность канализационных сетей [2].

Вариант №25

1. Вероятностные показатели надежности основного оборудования насосных станций [3].
2. Коэффициент простоя [1].
3. Снижение воздействия биологической коррозии при эксплуатации канализационных трубопроводов [2].

3. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Варианты задач расчетно-технологической части указывает преподаватель. Пример их решения рассмотрен в приложении.

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

№ варианта по списку	№ задачи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	№ варианта задачи									
1	5	-	3	-	1	-	3	-	-	1
2	-	3	-	1	-	1	2	-	3	-
3	3	-	5	-	2	5	-	3	-	-
4	-	1	-	4	-	-	4	-	1	3
5	1	-	4	-	4	-	5	-	2	-
6	-	-	5	-	1	-	2	1	-	1
7	-	-	4	-	3	4	-	2	-	2
8	3	-	3	-	2	-	3	-	-	4
9	-	-	2	1	5	-	4	4	-	-
10	5	5	-	4	-	1	-	-	1	-
11	1	2	-	-	5	-	-	3	2	-
12	4	-	5	-	-	3	2	-	-	4
13	-	4	-	3	2	-	-	5	2	-
14	1	-	3	-	-	4	2	-	-	2
15	-	4	-	3	4	-	-	3	5	-
16	3	-	5	-	-	2	4	-	-	1
17	-	2	-	1	-	1	-	2	4	-
18	5	-	4	-	2	-	1	-	-	5
19	-	5	-	4	-	4	-	3	-	4
20	3	-	1	-	5	-	3	-	1	-
21	-	3	-	3	-	2	-	1	-	2
22	4	-	4	-	5	-	1	-	4	-
23	-	1	-	5	-	5	-	5	-	5
24	2	-	5	-	3	-	5	-	1	-
25	-	4	-	2	-	2	-	3	-	4

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

Задача №1. Определить математическое ожидание m_x , дисперсию $D(X)$ и среднее квадратичное отклонение σ_x числа бракованных разбрызгивателей биофильтра.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Вероятность, (P)	0,05	0,08	0,12	0,15	0,20
Количество разбрызгивателей (n)	80	120	150	175	200

Задача №2. Определить математическое ожидание появления события m .

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Вероятность появления события m	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1

Задача №3. Определить вероятность безотказной работы системы, частоту отказов и среднюю наработку до первого отказа. Во время работы фильтр не регенерировался.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Время безотказной работы	100	140	160	180	200
Интенсивность отказа λ , 1/час	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$

Задача №4. Определить вероятность безотказной работы сети определенный период лет t , частоту отказов $a(t)$ и количество отказов $n(t)$.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Количество участков тупиковой сети N_0	100	140	160	180	200
Интенсивность отказа λ , 1/час	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$0,25 \cdot 10^{-4}$
Продолжительность эксплуатации t , лет	6	8	10	12	14

Задача №5. Определить среднюю наработку на отказ.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Общая наработка установки на отказ t_1 , час.	1500	1700	1800	180	200
Время работы установки до начала испытаний t_2 , час.	150	170	190	200	210
Количество отказов, n	5	7	9	11	13

Задача №6. Определить среднюю наработку на отказ для разбрызгивающих установок оросительной системы.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Нарботка первой установки на отказ t_1 , час.	150	170	190	210	230
Нарботка второй установки на отказ t_1 , час.	190	210	230	250	270
Нарботка третьей установки на отказ t_1 , час.	165	175	185	195	205
Количество отказов по первой установке, n	5	7	9	11	13
Количество отказов по второй установке, n	7	9	11	13	15
Количество отказов по третьей установке, n	8	10	12	14	16

Задача №7. Определите вероятность безотказной работы разбрызгивателей обратной системы.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Количество разбрызгивателей, N_0	70	90	110	130	150
Количество вышедших из строя разбрызгивателей обратной системы за период, n_t :					
0-100	12	14	16	18	20
100-200	13	15	17	19	21
200-300	5	7	9	11	13

Задача №8. Определите вероятность безотказной работы, вероятность отказа, среднее время безотказной работы и среднее время восстановления работы насосной станции.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Интенсивность отказа λ 1/час ,	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Интенсивность восстановления μ , 1/час	$0,3 \cdot 10^{-2}$	$0,3 \cdot 10^{-2}$	$0,3 \cdot 10^{-2}$	$0,3 \cdot 10^{-2}$	$0,3 \cdot 10^{-2}$
Период эксплуатации t , лет	1	3	4	5	6

Задача №9. Определить вероятность безотказной работы воздухоподготовки в компрессорной станции с резервом и без резерва, а также среднее время безотказной работы.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Интенсивность отказа воздухоподготовки λ , 1/час	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Кратность резервирования m	1	1	1	1	1
Период работы системы t , час.	4000	4200	4400	4600	4800

Задача №10. Определить вероятность безотказной работы системы химической водоочистки.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Интенсивность отказа катионитного фильтра λ , 1/час	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$
Интенсивность отказа анионитного фильтра λ , 1/час	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$
Период безотказной работы t , час.	700	900	1100	1300	1500

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найманова А.Я., Насонкина Н.Г.и др.- Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства- Донецк: ИЕП НАН Украины, 2001.-152 с.
2. Душкин С.С., Куликов Н.И., Дрозд Г.Я. Эксплуатация водоотводящей сети.- Харьков: ХГАГХ, 1999.
3. Абрамов Н.Н. – Надежность систем водоснабжения М.: Стройиздат, 1984г. -216 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача №1. При обследовании 100 разбрызгивателей обнаружено X бракованных изделий. Вероятность появления бракованного изделия - 0,01. Определить математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение числа бракованных разбрызгивателей.

Решение. Закон распределения для данной системы - биномиальный. Математическое ожидание такой системы равно

$$T_x = n \cdot P = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ разбрызгиватель}$$

Дисперсия:

$$D(X) = n \cdot P \cdot q = 100 \cdot 0,01 \cdot 0,99 = 0,99$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma_x = \sqrt{D} = \sqrt{0,99} \approx 1 \text{ разбрызгиватель.}$$

Задача №2. Проведено 100 независимых испытаний. Вероятность того, что появится некоторое событие m , равно 0,05. Определите математическое ожидание появления события m .

Решение. Вероятность появления события m равна 0,05, а вероятность того, что это событие не появится $-q = 1-p = 1-0,05 = 0,95$. Тогда математическое ожидание появления события m будет равно

$$M(m) \sum m \cdot p \cdot q^{m-1} = \frac{1}{p} = \frac{1}{0,05} = 20,$$

т.е. при вероятности поломки 0,05 математическое ожидание срока службы составляет 20 лет.

Задача №3. Изменение пропускной способности фильтра подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda = 1,25 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Определить вероятность безотказной работы системы, частоту отказов и среднюю наработку до первого отказа за 120 часов. Во время работы фильтр не регенерировался.

Решение. Вероятность безотказной работы фильтра

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-1,25 \cdot 10^{-4} \cdot 120} = 0,98.$$

Частота отказов

$$a(t) = \lambda(t) \cdot P(t) = 1,25 \cdot 10^{-4} \cdot 0,98 = 1,23 \cdot 10^{-4} \text{ 1/час.}$$

Наработка до первого отказа

$$T = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1,25 \cdot 10^{-4}} = 8000 \text{ час.}$$

Задача №4. Тупиковая сеть состоит из 100 участков. Продолжительность эксплуатации сети - 10 лет, она подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda=0,25 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Определить вероятность безотказной работы сети за 10 лет, частоту отказов и количество отказов при условии, что оно прямо пропорционально количеству участков.

Решение. Вероятность безотказной работы сети

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-0,25 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 8760} = 0,99.$$

Частота отказов

$$a(t) = \lambda(t) \cdot P(t) = 0,25 \cdot 10^{-4} \cdot 0,99 = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ 1/час.}$$

Количество отказов

$$n(t) = N_0 \cdot Q(t) = 100 \cdot (1 - 0,99) = 1.$$

Задача №5. При испытании установки было зарегистрировано 10 отказов. До начала испытаний установка проработала 200 часов. Общая наработка установки - 2000 часов. Определить среднюю наработку на отказ.

Решение. Продолжительность испытаний

$$t = t_1 - t_2 = 2000 - 200 = 1800 \text{ час.}$$

Средняя наработка на отказ

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{1800}{10} = 180 \text{ часов.}$$

Задача №6. При наблюдении за работой трех оросительных установок было зарегистрировано: по первой установке - 10 отказов, по второй - 12, по третьей - 9. Нарботка первой установки составила - 200 часов, второй - 240 часов, третьей - 180 часов. Определить среднюю наработку на отказ для оросительных установок.

Решение. Общая наработка установок

$$t_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} = 200 + 240 + 180 = 620 \text{ час.}$$

Общее количество отказов

$$n_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N n_j = 10 + 12 + 9 = 31 \text{ отказ.}$$

Средняя наработка на отказ

$$t_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij}}{\sum_{j=1}^N n_j} = \frac{620}{30} = 20 \text{ час.}$$

Задача №7. Для исследований на трубопровод установили 100 одинаковых разбрызгивателей. Конструкция разбрызгивателей позволяет производить их прочистку. Поэтому вышедшие из строя разбрызгиватели после прочистки возвращались в работу. В процессе испытаний установлено, что в первые 100 часов из строя вышло 10, за период 100-200 часов - 12, за период 200-300 часов - 9 разбрызгивателей. Определите вероятность безотказной работы за интервалы: 0-100, 100-200 и 200-300 часов.

Решение. Разбрызгиватели после ремонта возвращаются в работу, поэтому можно определить систему, как восстанавливаемую.

Вероятность безотказной работы системы

$$P_1(t) = 1 - \frac{n_1(t)}{N_0} = 1 - \frac{10}{100} = 0,9;$$

$$P_2(t) = 1 - \frac{n_2(t)}{N_0} = 1 - \frac{12}{100} = 0,88;$$

$$P_3(t) = 1 - \frac{n_3(t)}{N_0} = 1 - \frac{9}{100} = 0,91.$$

Задача №8. Время работы насосной станции и время восстановления подчиняются экспоненциальному закону с параметрами: $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-4}$ 1/час, $\mu = 0,3 \cdot 10^{-2}$ 1/час, соответственно. Определите вероятность безотказной работы, вероятность

отказа, среднее время безотказной работы и среднее время восстановления за два года эксплуатации.

Решение. Вероятность безотказной работы

$$P(2) = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 36524} = 0,12$$

Вероятность отказа

$$Q(2) = 1 - P(2) = 1 - 0,12 = 0,88.$$

Среднее время безотказной работы

$$T = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1,2 \cdot 10^{-4}} = 8333 \text{ часов.}$$

Среднее время восстановления

$$T_u = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,3 \cdot 10^{-2}} = 333 \text{ часа}$$

Задача №9. В компрессорной станции установлены две воздухоудовки, одна из которых является ненагруженным резервом. Интенсивность отказа каждой воздухоудовки - $1,2 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Система подчиняется экспоненциальному закону распределения. Определить вероятность безотказной работы системы с резервом и без резерва, а также среднее время безотказной работы за 5000 часов.

Решение. Система с общим резервированием замещением с целой кратностью. Тогда вероятность безотказной работы системы без резерва

$$P(t) = e^{-\lambda_c \cdot t} = e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 5000} = 0,55$$

Вероятность безотказной работы резервированной системы

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda \cdot t)^i}{i!} = e^{-\lambda \cdot t} (1 + \lambda \cdot t) = e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 5000} (1 + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 5000) = 0,96.$$

Среднее время безотказной работы системы

$$T_c = \frac{1}{\lambda_0} (m + 1) = \frac{1}{1,2 \cdot 10^{-4}} (1 + 1) = 16667 \text{ часов}$$

Задача №10. На фильтровальной станции установлены два фильтра (катионитный и анионитный). Интенсивность отказа фильтров - $0,2 \cdot 10^{-4}$ 1/час и

$0,4 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Каждый фильтр имеет резервный. Определить вероятность безотказной работы системы за 1000 часов.

Решение. Система - с отдельным резервированием замещением. Тогда вероятность безотказной работы системы

$$P(t) = \prod_{i=1}^m P_i(t) = P_1(t) \cdot P_2(t).$$

Вероятность безотказной работы катионитовых фильтров

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda \cdot t)^i}{i!} = e^{-\lambda \cdot t} (1 + \lambda \cdot t) = e^{-0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 1000} (1 + 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 1000) = 0,99$$

Вероятность безотказной работы анионитовых фильтров

$$P_2(t) = e^{-\lambda \cdot t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda \cdot t)^i}{i!} = e^{-\lambda \cdot t} (1 + \lambda \cdot t) = e^{-0,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1000} (1 + 0,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1000) = 0,99$$

тогда

$$P(t) = 0,99 \cdot 0,99 = 0,98.$$

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Общие указания.....	3
1.СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2.ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
3. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
Список литературы	16
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	17

Учебное издание

Методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям по курсу «Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем» для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальности 7.092601 «Водоснабжение и водоотведение»

Составители: Станислав Станиславович Душкин,
Мария Владимировна Солодовник,
Галина Ивановна Благодарная,
Олеся Викторовна Булгакова

Редактор: Н.З. Алябьев
Корректор: З.И. Зайцева

План 2006, поз.355

Подп. к печати 26.01.2006	Формат 60х84 1/16	Бумага офисная
Печать на ризографе.	Усл.-печ. лист. 1,0	Учет.- изд. лист 1
Зак. №	Тираж 150 экз.	Цена договорная
61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12		

Сектор оперативной полиграфии при ИВЦ ХНАГХ
61002, Харьков, ул. Революции, 12