(cc) BY

Руденко Сергей Денисович
студент
Боковая Полина Максимовна
студентка
Научный руководитель
Куклина Ирина Геннадьевна
канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»
г. Нижний Новгород, Нижегородская область

РАЗВИТИЕ ЭВРИСТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТА ЧЕРЕЗ ОБУЧЕНИЕ РАСЧЕТАМ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ В ПАКЕТАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Аннотация*: современные математические пакеты информационных технологий не просто выполняют функцию увеличения скорости получения результатов расчетов, но и в значительной степени обусловлены обучить будущего специалиста творческому подходу к решению инженерных задач, научить анализировать и алгоритмизировать поставленные задачи, предугадывая логический результат расчетного процесса. Рассмотренные в статье изыскания демонстрируют алгоритмические представления решения задач расчетов надежности информационных систем в пакете MathCAD, выполняемые студентами при определении времени живучести больших автоматизированных комплексов.*

Ключевые слова*: обучение, информационные технологии, цифровое моделирование, воспитание творческого мышления, MathCAD, объектно-ориентированные математические процессоры.*

Исследовательская работа посвящена разработке программируемой схемы математических расчетов для получения оптимальной структуры информационной системы, полностью удовлетворяющей требованиям надежности и имеющей минимальное число элементов, определяемых как резервные. Современные

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

технологии в сфере информационного моделирования должны быть доступны для выполнения рабочих задач практически в любое время, то есть они могут быть выключены на неопределенный срок, а затем быть запущены и в расчетное время и уже обязаны выполнять функции своего предназначения. Научно-исследовательская работа посвящена насущной проблеме автоматизированных систем – сохранении работоспособного состояния информационной системы в строго регламентированные сроки [1, с. 43], что практически невозможно выполнить без создания компьютеризированной системы расчетов показателей надежности резервированных восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем.

Для начала определяются критерии отказа информационной системы.

Отказом объекта информационной системы принимается случайное событие, а временной интервал до его появления измеряется случайной величиной ξ. Распределение продолжительности безотказной работы элемента – функция основного признака надёжности этого элемента. Данная функция и определяет показатели надежности невосстанавливаемого элемента такие как:

– $P(t)$ – вероятность его безотказной работы в течение времени t;

– $Q(t) = 1 - P(t)$ – вероятность отказа в течение времени t;

– T_l – среднее время безотказной работы (средняя наработка до отказа);

– $f(t)$ – плотность распределения времени безотказной работы;

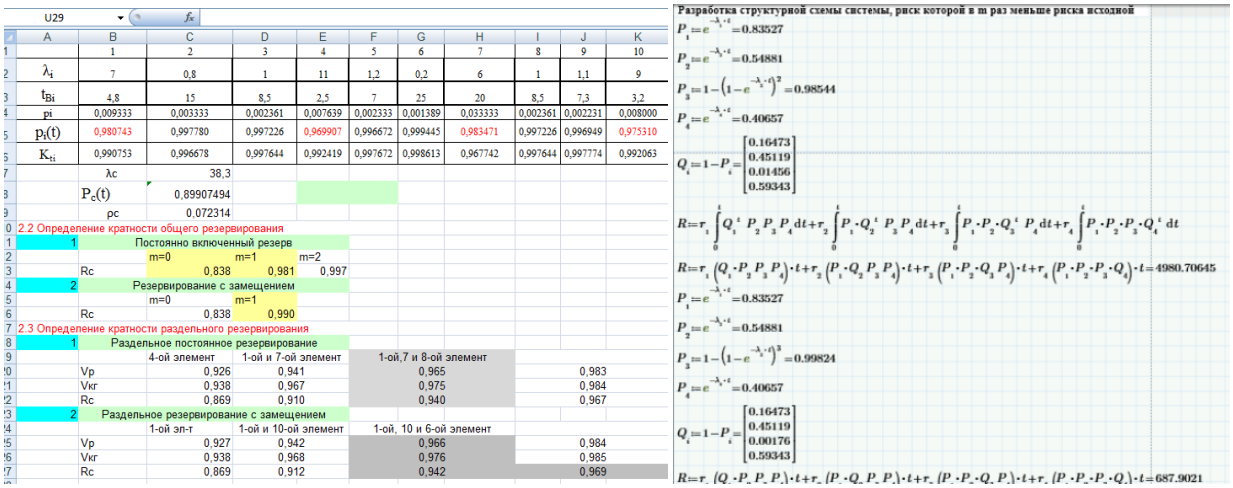
– $\lambda(t)$ – интенсивность отказа в момент времени t;

– $\Lambda(t)$ – функция ресурса;

– t_γ-γ-процентный ресурс – наработка, в течение которой элемент не достигает состояния отказа, с вероятностью $\frac{\gamma}{100}$.

На рисунке 1 представлен вывод надежностных характеристик в системе электронных расчетов Microsoft Excel и в процессоре математического моделирования MathCAD для определения оптимальной структурной схемы тестируемой системы, удовлетворяющую требованиям надежности.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	λ_i	7	0,8	1	11	1,2	0,2	6	1	1,1	9
3	t_{Bi}	4,8	15	8,5	2,5	7	25	20	8,5	7,3	3,2
4	pi	0,009333	0,003333	0,002361	0,007639	0,002333	0,001389	0,033333	0,002361	0,002231	0,008000
5	$p_i(t)$	0,980743	0,997780	0,997226	0,969907	0,996672	0,999445	0,983471	0,997226	0,996949	0,975310
6	K_{ti}	0,990753	0,996678	0,997644	0,992419	0,997672	0,998613	0,967742	0,997644	0,997774	0,992063
7		λc	38,3								
8		$P_c(t)$	0,89907494								
9		ρc	0,072314								
10	2.2 Определение кратности общего резервирования										
11	1	Постоянно включенный резерв									
12			m=0	m=1	m=2						
13		Rc	0,838	0,981	0,997						
14	2	Резервирование с замещением									
15			m=0	m=1							
16		Rc	0,838	0,990							
17	2.3 Определение кратности раздельного резервирования										
18	1	Раздельное постоянное резервирование									
19			4-ой элемент	1-ой и 7-ой элемент		1-ой,7 и 8-ой элемент					
20		Vp	0,926	0,941		0,965				0,983	
21		Vкг	0,938	0,967		0,975				0,984	
22		Rc	0,869	0,910		0,940				0,967	
23	2	Раздельное резервирование с замещением									
24			1-ой эл-т	1-ой и 10-ой элемент		1-ой, 10 и 6-ой элемент					
25		Vp	0,927	0,942		0,966				0,984	
26		Vкг	0,938	0,968		0,976				0,985	
27		Rc	0,869	0,912		0,942				0,969	

Разработка структурной схемы системы, риск которой в m раз меньше риска исходной

$$P_1 := e^{-\lambda_1 \cdot t} = 0.83527$$

$$P_2 := e^{-\lambda_2 \cdot t} = 0.54881$$

$$P_3 := 1 - \left(1 - e^{-\lambda_3 \cdot t}\right)^2 = 0.98544$$

$$P_4 := e^{-\lambda_4 \cdot t} = 0.40657$$

$$Q_i := 1 - P_i = \begin{bmatrix} 0.16473 \\ 0.45119 \\ 0.01456 \\ 0.59343 \end{bmatrix}$$

$$R := r_1 \int_0^t Q_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \, dt + r_2 \int_0^t P_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \, dt + r_3 \int_0^t P_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 \cdot P_4 \, dt + r_4 \int_0^t P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot Q_4 \, dt$$

$$R := r_1 \left(Q_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_2 \left(P_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_3 \left(P_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_4 \left(P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot Q_4\right) \cdot t = 4980.70645$$

$$P_1 := e^{-\lambda_1 \cdot t} = 0.83527$$

$$P_2 := e^{-\lambda_2 \cdot t} = 0.54881$$

$$P_3 := 1 - \left(1 - e^{-\lambda_3 \cdot t}\right)^3 = 0.99824$$

$$P_4 := e^{-\lambda_4 \cdot t} = 0.40657$$

$$Q_i := 1 - P_i = \begin{bmatrix} 0.16473 \\ 0.45119 \\ 0.00176 \\ 0.59343 \end{bmatrix}$$

$$R := r_1 \left(Q_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_2 \left(P_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_3 \left(P_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 \cdot P_4\right) \cdot t + r_4 \left(P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot Q_4\right) \cdot t = 687.9021$$

Рис. 1. Расчеты надежности элементов информационных систем, выполненные в процессорах Microsoft Excel и MathCAD

Полученные результаты и программа автоматизированного расчета все-таки не всегда удобны для обычно пользователя, так как требуют определенных навыков работы в вышеобозначенных процессорах и, не обладая пояснениями формулировок, достаточно затруднительны для быстрого восприятия интерфейса. В рамках учебного процесса студентами ВУЗа так же используются и средства объектно-ориентированного моделирования, которые часто позволяют осмыслить поставленную задачу и построить структурированный комплекс решаемых проблем [2, с. 28]. Языки структурированного и объектно-ориентированного подхода к проектированию информационных систем в значительной степени развивают возможности эвристического разностороннего мышления будущего специалиста и бакалавра в области программного алгоритмического подхода.

Методы расчетов надежности нерезервированных невосстанавливаемых информационных систем опираются на исследование графических характеристик вероятностей безотказной работы системы и плотностей распределения времени до отказа. Данные характеристики подчиняются законам распределения вероятностей и могут быть построены студентами при проведении лабораторных и практических работ в рамках предмета «Надежность автоматизированных систем» [3, с. 28]. На рисунке 2 отображено решение задачи автоматизированного анализа вероятностей отказа информационной системы, которая подчиняется

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

разным законам интенсивностей отказов элементов системы. Анализируя графики работы информационных систем, студенты с легкостью определяют наиболее надежные элементы и выстраивают схемы создания информационных систем, имеющих наивысшие показатели надежности.

	Вейбулла	Гамма	Релея	Exp	Ус. Норм.	Ср
0	1	1	1	1	1	1
100	0,99692	0,999998635	0,9992003	0,98019867	0,995696238	0,972193
200	0,98773	0,999937398	0,9968051	0,96078944	0,990256035	0,936693
300	0,9726	0,999489056	0,9928259	0,94176453	0,983463595	0,893898
400	0,95182	0,99794297	0,9872816	0,92311635	0,975086752	0,844111
500	0,92574	0,994377417	0,9801987	0,90483742	0,964882556	0,787771
600	0,89484	0,987970197	0,9716108	0,88692044	0,952604742	0,725736
700	0,85965	0,97826426	0,9615584	0,86935824	0,938013001	0,659415
800	0,82075	0,965297459	0,9500886	0,85214379	0,920883802	0,590686
900	0,7788	0,949590593	0,9372549	0,83527021	0,901022358	0,521655
1000	0,73444	0,932034001	0,9231163	0,81873075	0,878275131	0,454379
1100	0,68835	0,913725394	0,9077375	0,8025188	0,852542159	0,390622
1200	0,64118	0,895804365	0,8911879	0,78662786	0,823788358	0,331702
1300	0,59357	0,879313877	0,8735412	0,77105159	0,792052923	0,278442
1400	0,54611	0,865103523	0,854875	0,75578374	0,757456	0,231209
1500	0,49935	0,853777192	0,8352702	0,74081822	0,720201876	0,189996
1600	0,45379	0,845679851	0,8148103	0,72614904	0,68057817	0,154533
1700	0,40985	0,840914192	0,7935807	0,71177032	0,638950732	0,124386
1800	0,36788	0,839376859	0,7716687	0,69767633	0,595754276	0,099041
1900	0,32818	0,840804839	0,749162	0,68386141	0,551479088	0,077961
2000	0,29096	0,844824411	0,726149	0,67032005	0,506654474	0,060621

W	2	1800
G	7	300
R	0,00000008	
Exp	0,0002	
TN	2000	900

M	Q
1595,208	833,8525
2100	793,7254
3133,285	1637,841
5000	5000
2030,801	933,0879

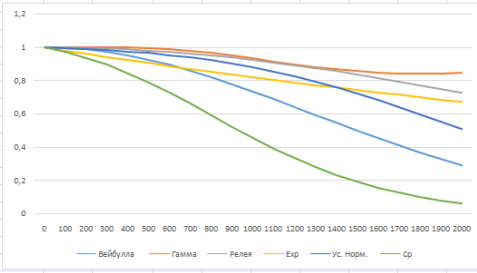


Рис. 2. Графики распределения вероятности безотказной работы.

Графики распределения времени безотказной работы элементов и информационных систем, полученные в пакетах прикладных программ, хорошо воспринимаются студентами и позволяют им творчески подходить к процессу обучения. Но в рабочем режиме специалиста, все-таки необходимы проекты для быстрого получения результата. Таким проектом и может выступить простейшая задача для студента направления Информационные системы и технологии – это создание расчетной формы для определения основных характеристик надежности и живучести отдельных элементов исследуемого объекта.

Решения данной задачи представлены на рисунке 3. Где студентами созданы работающие формы, позволяющие инженеру в считанные секунды произвести расчет и подобрать необходимое количество аппаратуры для выполнения производственных задач.

N (кол-во однотипных мониторов) = 20
Not (кол-во отказавших мониторов) = 5
T (время работы мониторов) = 100 часов
P(T) = 0,75
Q(T) = 0,25

N (общее кол-во ноутбуков) = 50
Not (кол-во ноутбуков, отказавших за 1 промежуток времени) 3
T (первый промежуток времени) = 30 часов
ΔT (второй промежуток времени) = 40 часов
Not(ΔT) (кол-во ноутбуков, отказавших за 2 промежуток времени) = 5
f(T) = 0,0025
λ(T) = 0,00265957446808511

Рис. 3. Расчетные формы для определения характеристик надежности

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Все предложенные исследования и расчетные модели используются в учебном процессе, позволяют не просто обучить студентов определению надежностных характеристик информационных систем, но и разработать новые модели современных компьютерных комплексов, проведя их расчеты и выполнив визуализацию в графических пакетах проектирования современных автоматизированных разработок [4, с. 75].

Список литературы

1. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров; БХВ – Петербург. – СПб., 2006. – 702 с.

2. Kuklina I.G. Application of unified modeling language for solving engineering / I.G. Kuklina // Materials og the international scientific practical conference, Taraz, may 30–31, 2013 / publishing office «Development of applied mathematics». – Taraz, Kazakhstan, 2013. – С. 86–93. ISBN 9965-889-46-5

3. Куклина И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин / И.Г. Куклина, Б.А. Гордеев // Автоматизация в промышленности. – 2010. – №3. – С. 26–30.

4. Куклина И.Г. Методы и средства проектирования информационных систем / И.Г. Куклина, К.А. Сафонов. – Н. Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет ННГАУ, 2020. – 84 с.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)