КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Испытание и обеспечение надёжности ДЛА»

**Задание**

Оценить надежность ДЛА по результатам огневых испытаний. Исходные данные:

Проведены огневые испытания *N* двигателей по программе, обеспечившей проверку всех эксплуатационных условий применения двигателя. При этом были измерены значения основного параметра - тяги двигателя *R*. При испытаниях зарегистрировано два отказа двигателя: один - на основном (стационарном) режиме и один – на останове. Причины отказов были установлены и устранены конструктивными изменениями, которые по своему характеру позволяют считать все испытанные двигатели за исключением аварийных, представительными для расчета надежности.

Требуется оценить надежность (вероятность безотказной работы) двигателя с учетом ограниченного объема полученной информации, выполнив расчет точечной оценки надежности  и ее нижней доверительной границы , соответствующей заданной доверительной вероятности γ. При расчетах принять допущение о нормальном законе распределения тяги двигателя, обеспечив проверку правомерности такого допущения с помощью статического критерия χ2.

**Общие положения, принимаемые**

**при оценке надежности**

Представим двигатель как сложный объект, состоящий из четырех независимых систем, характеризующий следующие его свойства:

* безотказность функционирования при запуске;
* безотказность функционирования на стационарных режимах;
* безотказность функционирования на останове;
* обеспечение требуемого уровня тяги.

Принимая во внимание независимость функционирования названных систем, будем характеризовать надежность двигателя как произведение вероятностей безотказной работы отдельных его систем.

*РДВ=Рзап⋅Рреж⋅Рост⋅Рпар*, (1)

где *РДВ* - вероятность безотказной работы двигателя;

*Рзап* - вероятность безотказного функционирования двигателя на запуске;

*Рреж*- вероятность безотказного функционирования двигателя на стационарных режимах;

*Рост*- вероятность безотказного функционирования двигателя на останове;

*Рпар*- вероятность обеспечения требуемого уровня тяги.

В качестве величины тяги, характеризующей данный экземпляр двигателя, принимается ее среднее значение, полученное на номинальном режиме, или расчетное значение тяги, приведенное к номинальному режиму и условиям работы двигателя.

Оценка надежности двигателя осуществляется по результатам раздельной оценки надежности систем и последующего вычисления надежности двигателя в целом. При этом расчет нижней доверительной границы надежности по параметру тяги целесообразно выполнить по схеме «параметр - поле допуска», а вычисление остальных оценок надежности (точечных и интервальных) для всех систем - по схеме «успех-отказ».

**Методика расчета надежности**

**по результатам огневых испытаний**

## Точечные оценки надежности систем вычисляются по формуле

, (2)

где Ni-общее количество испытаний i-й системы;

Mi-количество отказов i-й системы в Ni испытаниях.

Для системы обеспечения тяги в качестве числа отказов *М* используется число испытаний, при которых измеренные значения тяги *R* вышли за пределы заданного допуска [Rmin – Rmax]. Измерения тяги представлены в табл. П 1 для двух базовых вариантов статистики.

Нижние доверительные границы надежности для схемы «успех - отказ» оцениваются по формуле

, (3)

в которой значения χγ,κ определяются по табл. П 2 в зависимости от величины доверительной вероятности γ и числа степеней свободы

*Ki =* 2*Mi+*2. (4)

Для наиболее распространенного практического случая отсутствия отказов (*Mi*=0), имеющего место при гарантированном устранении причин всех выявленных отказов, формула (3) приобретает вид

. (5)

Так как для расчета надежности по схеме «параметр - поле допуска» требуется знание закона распределения параметра, выполним проверку справедливости предложенного выше допущения о нормальном законе распределения параметра тяги. Для этой цели используем наиболее употребительный статистический критерий χ2 (критерий Пирсона), по которому за меру расхождения между статистическим (экспериментально полученным) и теоретическим законами распределения принимается величина

. (6)

Здесь - число разрядов (интервалов), на которые разбит весь диапазон возможных значений параметра; *N* - объем проведенных измерений; *mi* -количество измерений, попадающих в i-й разряд (интервал); *Pi*- вероятность попадания параметра в i-й интервал, вычисленная для теоретического закона распределения.

В качестве параметров теоретического нормального закона распределения принимаются величины:

* среднее измеренное значение параметра

; (7)

* среднеквадратическое отклонение параметра, вычисленное по результатам измерений

. (8)

Полученная по формуле (6) величина χ сравнивается с некоторым критическим ее значением χγ,κ, определяемым по табл. П 2 в зависимости от доверительной вероятности γ и числа степеней свободы *k=N*-l-2. В результате сравнения правомерность принятого допущения либо подтверждается (χ<χγ,κ), либо не подтверждается (χ≥χγ,κ). При этом вероятность ошибочного вывода о правомерности или неправомерности принятого допущения, будет невелика и равна (1-γ).

Проверка нормальности распределения осуществляется в следующем порядке:

* назначают диапазон практически возможных значений параметра, который с некоторым запасом накрывает интервал фактических измерений ( в качестве упомянутого диапазона достаточно принять интервал ± 3,5*S* );
* назначенный диапазон делят на 8 12 интервалов, обеспечив (по возможности) удобный ряд значений, соответствующих границам интервалов;
* последовательным просмотром всех численных значений тяги относят каждое измерение к конкретному интервалу и подсчитывают количество измерений, приходящихся на каждый интервал;
* объединяют интервалы, включающие малое количество измерений, и получают окончательное количество измерений *mi*, попавших в каждый i-й интервал (i=1,2, ... ,l), так как первоначально выбранное количество интервалов l может сократиться до l. В нашем случае условимся объединять с соседними интервалами те из них, число измерений в которых оказалось менее четырех;
* для каждой границы i-го интервала подсчитывают значения

; (9)

; (10)

при этом учитывают, что значения *UiB* для i-го интервала и U(i+1)Н для (i+1)-го интервала совпадают;

* находят теоретические вероятности попадания параметра в каждый i-й интервал, используя выражение:

*Pi* = *F*(*UiB*)- *F*(*Uiн*), (11)

в котором *F*(*UiB*) и *F*(*Uiн*) представляют собой значения нормированной функции нормального распределения (функции Лапласа), определяемые по табл. П 3 в зависимости от вычисленных значений *UiB* и *UiH*. Упомянутая таблица составлена только для положительных значений аргумента U, и в связи с этим для нахождения отрицательных аргументов целесообразно пользоваться формулой

*F*(-*U*) = 1 - *F*(*U*); (12)

* вычисляют теоретическое количество измерений параметра, попадающих в каждый i -й интервал

*mi теор* = *Npi,*  (13)

при этом значения *mi теор*, являющиеся действительными числами, определяются с точностью до одного знака после запятой;

* находят значение критерия χ по формуле (6);
* находят критическое значение критерия χγ,κ по табл. П 2 в зависимости от числа степеней свободы *k = N*- l -2 и доверительной вероятности γ**;**
* подтверждают справедливость принятого допущения о нормальном законе распределения параметра при выполнении условия χ<χγ,κ. В противном случае (при χ≥χγ,κ) гипотеза о нормальном законе распределения должна быть отвергнута. Этот случай не позволяет воспользоваться для вычисления надежности *Рпар.н* приведенной ниже формулой (14) и поэтому не рассматривается в настоящей учебной работе.

При проведении расчетов целесообразно промежуточные результаты вычислений представлять в виде таблицы, оформленной по образцу табл. 6.2. При подсчете частот попадания в каждый интервал целесообразно воспользоваться следующим приемом:

* первые четыре случая попадания в интервал отмечаются точками в графе 3 табл.6.2;
* последующие попадания в интервал отмечаются в виде тире, соединяющих отдельные точки. Законченная комбинация из четырех точек и шести тире соответствует 10-ти попаданиям. Данный прием облегчает подсчет числа попаданий в каждый интервал.

Нижнюю доверительную границу параметрической надежности находим по формуле

, (14)

в которой *Rmax*, *Rmin* - максимальное и минимальное допустимые значения параметра ( верхняя и нижняя границы заданного допуска); *Aγ,n* - коэффициент ограниченности статистики испытаний, определяемый по табл. П 2 в зависимости от числа проведенных испытаний n и доверительной вероятности γ.

Найденные по формулам (2), (3), (5) точечные  и интервальные *Рni* оценки надежности отдельных систем используют для вычисления точечной и нижней доверительной границы надежности двигателя в целом по формулам

; (15)

; (16)

в которых m - общее количество выделенных в двигателе систем; *Pjn (min)* - значение минимальной доверительной границы надежности (для *j*-й системы двигателя); *Pj* - соответствующая ей точечная оценка надежности.

В случае отсутствия отказов отдельных систем соотношения (15) и (16) приобретают вид

; (17)

*РДВ.n = Pin (min).* (18)

Таким образом, надежность двигателя будет оцениваться минимальной нижней доверительной границей надежности *Pin (min)*, достигнутой для отдельных систем двигателя. Эту i-ю систему следует считать лимитирующей надежность двигателя, в связи с чем дальнейшее повышение надежности *РДВ* следует обеспечивать мероприятиями, преследующими повышение безотказности лимитирующей системы или увеличением числа ее безотказных испытаний.

**Решение**

# Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Номер***  ***испытания*** | ***Тяга***  ***двигателя, R[m]*** | ***Номер испытания*** | ***Тяга двигателя R[m]*** | ***Номер***  ***испытания*** | ***Тяга***  ***двигателя, R[m]*** | ***Номер***  ***испытания*** | ***Тяга***  ***двигателя, R[m]*** |
| 1 | 82,2 | 11 | 81,69 | 21 | 81,67 | 31 | 82,91 |
| 2 | 82,6 | 12 | 81,71 | 22 | 81,9 | 32 | 82,31 |
| 3 | 80,91 | 13 | 81,38 | 23 | 82,22 | 33 | 81,97 |
| 4 | 82,69 | 14 | 81,93 | 24 | 82,1 | 34 | 82,14 |
| 5 | 82,36 | 15 | 82,24 | 25 | 81,82 | 35 | 82,15 |
| 6 | 82,53 | 16 | 83,47 | 26 | 82,27 | 36 | 82,45 |
| 7 | 82,09 | 17 | 81,76 | 27 | 80,63 | 37 | 81,73 |
| 8 | 81,54 | 18 | 81,29 | 28 | 82,19 | 38 | 83,18 |
| 9 | 81,54 | 19 | 81,87 | 29 | 81,44 | 39 | 81,88 |
| 10 | 81,2 | 20 | 82,8 | 30 | 81,12 |  |  |

* безотказность функционирования на запуске;
* безотказность функционирования на стационарных режимах;
* безотказность функционирования на останове;
* безотказность обеспечения требуемого уровня тяги.

Надежность двигателя *РДВ* будет оцениваться как произведение надежностей отдельных систем в соответствии с формулой (1).

Для вычисления точечных оценок надежности используем общую формулу

, (19)

где *М* число отказов в *N* испытаниях.

В нашем случае число отказов на запуске, режиме и останове равно нулю (отказы признаны незачетными в связи с гарантированным устранением их причин), отказов по параметру тяги не зарегистрировано (все измеренные значения тяги находятся в интервале допустимых значений). Следовательно,

*зап* = 1, *реж* = 1, *ост* = 1, *пар* = 1, *ДВ* = 1. (20)

Для нахождения нижних доверительных границ надежности

систем воспользуемся общей формулой

, (21)

справедливой для частного случая М = 0.

Соответственно получаем:

* для запуска (N = 39)

*Рзап.n* =  =0.926;

* для стационарного режима (N = 38, т.к. одно испытание с отказом на режиме признанно незачетным)

*Рреж.n.* = =0.924;

* для останова (*N*=37, т.к. признаны незачетными два испытания с отказами)

*Рзап.n* = =0.922.

Для вычисления нижней границы параметрической надежности *Рпар* используем схему «параметр - поле допуска», приняв допущение о нормальном законе распределения параметра тяги. Предварительно выполним проверку правильности этого допущения с помощью статистического критерия Пирсона (критерия χ). Для этого разобьем диапазон возможных значений тяги на 10 интервалов. Границы интервалов занесем в графы 1 и 2 табл. 6.2. На основе просмотра измерений, приведенных в табл. 6.1, отнесем каждое из них к соответствующему интервалу. Количество измерений, попадающих в интервалы, занесем в графу 4 табл. 6.2. Проведем объединение соседних интервалов, в которых количество попавших измерений оказалось менее четырех (интервалы 1-3 и 8-10) , а уточненное количество попаданий в каждый интервал занесем в графу 7 табл. 6.2. Построим гистограмму распределения измеренных значений параметра тяги (см. рис. 6.1), откладывая по оси абсцисс границы интервалов, а по оси ординат – величины *mi*/Δ*Ri* (здесь *mi* - число измерений, попадающих в

i-й интервал, *Ri*- длина соответствующего интервала).

Для нахождения теоретических значений частоты попадания в каждый интервал вычислим нормированные значения верхних границ интервалов

 (22)

и вероятности получения тяги менее верхней границы

. (23)

Значения *Uiв* и *Pi*(*Ri*≤ *Riв*) занесены в графы 8 и 9 соответственно.

Принимаем допущение о нормальном законе распределения тяги двигателя. В качестве параметров нормального закона используем величины

* среднеарифметическое значение тяги

; (24)



* среднеквадратичное отклонение тяги

. (25)



После необходимых вычислений получаем  = 81,99692 S= 0.588026.

Определяем теоретическую вероятность попадания параметра в каждый i-й интервал по формуле

Pi = F[Uiв] - F[U(i-1)в], (26)

в которой *F*(*U*) - функция Лапласа, определяемая по таблицам нормального распределения, в зависимости от величины *U* (см. табл. П 3). Значения вероятностей *Pi* занесем в графу 10 табл. 6.2, а в графе 11 поместим теоретическое число попаданий в i-й интервал, вычисленное как

miтеор=NPi , (27)

где N- общее число измерений.

Гистограмму теоретического распределения параметра тяги приведем на графике, осуществив предварительно вычисление соответствующих ординат *mi/ΔRi.*

Сходство экспериментального и теоретического распределения тяги, приведенных на графике, характеризуется критерием χ

. (28)



## Определим критическое значение критерия χγ,κ по табл. П 2 в зависимости от γ = 0.95 и κ= 39-6-2=31: χγ,κ = 44,42.

Так найденное значение χ существенно меньше критического значения χγ,κ, принятое допущение о нормальном законе распределения тяги следует считать правомерным. Следовательно, нижняя доверительная граница параметрической надежности может быть найдена по формуле

, (29)

где *Aγ,κ=*1.187 определено по табл. П 2 в зависимости от доверительной вероятности γ=0.9 и числа испытаний κ=N=40. В нашем случае

.

Так как в табл. П 3 значения функции *F(х)* приведены только для положительных значений аргумента, воспользуемся формулой (12), тогда

*Рпар.n* = *F*(1,985) – 1 + *F*(1,977) = 0.97558 – 1 + 0.975 = 0.95058.

Минимальное значение нижней доверительной границы надежности *Р*n(min) полученное для системы, характеризующей останов двигателя (0.922).

Это значение с учетом отсутствия зачетных отказов по всем системам будет характеризовать нижнюю доверительную границу надежности для двигателя в целом. Для обеспечения дальнейшего повышения надежности двигателя необходимо увеличение статистики безотказных испытаний.



# Таблица 6.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Границы интер-валов** | | **Подсчет попада-ний в интервал** | **Число попада-ний в интервал** | **Объединенные интервалы** | | **Число попада-ний в интервал** | **Нормиро-ванная верхняя граница**  **UВ=(RВ-)/S** | **Вероят-ность непревышения верхней границы, F(UВ)** | **Вероят-ность попадания в интервал, Р** | **Теоретическое число попада-ний в интервал,**  **mтеор=NP** |
| **RН** | **RВ** | **RН** | **RВ** |
| 80,5 | 80,8 | \* | 1 | 80,5 | 81,4 | 6 | -1,015 | 0,15866 | 0,15866 | 6,18774 |
| 80,8 | 81,1 | \* | 1 |
| 81,1 | 81,4 | \*\*\*\* | 4 |
| 81,4 | 81,7 | \*\*\*\*\* | 5 | 81,4 | 81,7 | 5 | -0,50494 | 0,30854 | 0,14988 | 5,84532 |
| 81,7 | 82 | \*\*\*\*\*\*\*\*\* | 9 | 81,7 | 82 | 9 | 0,00524 | 0,5000 | 0,19146 | 7,46694 |
| 82 | 82,3 | \*\*\*\*\*\*\*\*\* | 9 | 82 | 82,3 | 9 | 0,5154 | 0,69847 | 0,19847 | 7,74033 |
| 82,3 | 82,6 | \*\*\*\*\* | 5 | 82,3 | 82,6 | 5 | 1,0256 | 0,84134 | 0,14287 | 5,57193 |
| 82,6 | 82,9 | \*\* | 2 | 82,6 | 83,5 | 5 | 2,5562 | 0,99477 | 0,15343 | 5,98377 |
| 82,9 | 83,2 | \*\* | 2 |
| 83,2 | 83,5 | \* | 1 |

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П 1

Измеренные значения тяги двигателя

для двух базовых вариантов статистики

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер испытания | Тяга двигателя, R [т] | | Номер испытания | Тяга двигателя, R [т] | |
| Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | 3,215 | 82,2 | 21 | 3,138 | 81,67 |
| 2 | 3,144 | 82,6 | 22 | 3,171 | 81,9 |
| 3 | 3,219 | 80,91 | 23 | 3,181 | 82,22 |
| 4 | 3,063 | 82,69 | 24 | 3,154 | 82,1 |
| 5 | 3,19 | 82,36 | 25 | 3,209 | 81,82 |
| 6 | 3,129 | 82,53 | 26 | 3,222 | 82,27 |
| 7 | 3,176 | 82,09 | 27 | 3,112 | 80,63 |
| 8 | 3,22 | 81,54 | 28 | 3,253 | 82,19 |
| 9 | 3,26 | 81,54 | 29 | 3,169 | 81,44 |
| 10 | 3,091 | 81,2 | 30 | 3,28 | 81,12 |
| 11 | 3,214 | 81,69 | 31 | 3,269 | 82,91 |
| 12 | 3,197 | 81,71 | 32 | 3,167 | 82,31 |
| 13 | 3,231 | 81,38 | 33 | 3,227 | 81,97 |
| 14 | 3,291 | 81,93 | 34 | 3,12 | 82,14 |
| 15 | 3,182 | 82,24 | 35 | 3,347 | 82,15 |
| 16 | 3,21 | 83,47 | 36 | 3,245 | 82,45 |
| 17 | 3,236 | 81,76 | 37 | 3,173 | 81,73 |
| 18 | 3,224 | 81,29 | 38 | 3,188 | 83,18 |
| 19 | 3,193 | 81,87 | 39 | 3,318 | 81,88 |
| 20 | 3,193 | 82,8 | 40 | 3,201 | 82,01 |

Допустимый интервал изменения параметра:

1-й вариант - [3,050 - 3,350]т;

2-й вариант - [80,50 - 83,50]т.

# Таблица П2

Значения χІ (крит. Пирсона) и А (коэф. ограниченности статистики), в зависимости от числа степеней свободы k и доверительной вероятности γ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Число степеней свободы** | **Критерий Пирсона, χ2** | | **Коэф. ограннич. статис-ки, Аγ,к** | |
| **γ=0,9** | **γ=0,95** | **γ=0,9** | **γ=0,95** |
| 1 | 2,71 | 3,84 | - | - |
| 2 | 4,61 | 5,99 | 8,229 | 16,51 |
| 3 | 6,25 | 7,82 | 3,233 | 4,658 |
| 4 | 7,78 | 9,49 | 2,377 | 3,082 |
| 5 | 11,24 | 11,07 | 2,025 | 2,49 |
| 6 | 11,65 | 12,59 | 1,832 | 2,183 |
| 7 | 12,02 | 14,07 | 1,71 | 1,992 |
| 8 | 13,36 | 15,51 | 1,626 | 1,861 |
| 9 | 14,69 | 16,92 | 1,562 | 1,768 |
| 10 | 15,99 | 18,31 | 1,513 | 1,713 |
| 11 | 17,28 | 19,68 | 1,472 | 1,638 |
| 12 | 18,55 | 21,03 | 1,446 | 1,59 |
| 13 | 19,81 | 22,36 | 1,413 | 1,548 |
| 14 | 21,06 | 23,69 | 1,39 | 1,518 |
| 15 | 22,31 | 25 | 1,37 | 1,492 |
| 16 | 23,54 | 26,3 | 1,353 | 1,468 |
| 17 | 24,59 | 27,59 | 1,335 | 1,447 |
| 18 | 25,99 | 28,87 | 1,332 | 1,427 |
| 19 | 27,2 | 30,14 | 1,31 | 1,41 |
| 20 | 28,41 | 31,41 | 1,299 | 1,394 |
| 21 | 29,62 | 32,67 | 1,288 | 1,372 |
| 22 | 30,81 | 33,92 | 1,28 | 1,368 |
| 23 | 32,01 | 35,01 | 1,271 | 1,355 |
| 24 | 33,2 | 36,42 | 1,263 | 1,345 |
| 25 | 34,65 | 37,38 | 1,256 | 1,336 |
| 26 | 35,56 | 38,88 | 1,249 | 1,326 |
| 27 | 36,74 | 40,11 | 1,243 | 1,318 |
| 28 | 37,92 | 41,34 | 1,237 | 1,31 |
| 29 | 39,09 | 42,56 | 1,231 | 1,302 |
| 30 | 40,26 | 43,77 | 1,226 | 1,295 |
| 31 | 41,42 | 44,42 | 1,222 | 1,288 |
| 32 | 42,59 | 46,19 | 1,217 | 1,282 |
| 33 | 43,75 | 47,4 | 1,212 | 1,276 |
| 34 | 44,9 | 48,6 | 1,208 | 1,271 |
| 35 | 46,06 | 49,06 | 1,204 | 1,266 |
| 36 | 47,21 | 51 | 1,201 | 1,261 |
| 37 | 48,36 | 52,19 | 1,198 | 1,257 |
| 38 | 49,51 | 53,38 | 1,194 | 1,252 |
| 39 | 50,65 | 54,57 | 1,19 | 1,248 |
| 40 | 51,81 | 55,76 | 1,187 | 1,243 |

# Таблица П3

Нормированная функция нормального распределения (функция Лапласа)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **U** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **0.0** | 50000 | 50399 | 50798 | 51197 | 51595 | 51994 | 52392 | 52790 | 53188 | 53586 |
| **0.1** | 53983 | 54380 | 54776 | 55172 | 55567 | 55962 | 56356 | 56749 | 57142 | 57535 |
| **0.2** | 57926 | 58317 | 58706 | 59095 | 59483 | 59871 | 60257 | 60642 | 61026 | 61409 |
| **0.3** | 61791 | 62172 | 62552 | 62930 | 63307 | 93683 | 64058 | 64431 | 64803 | 65173 |
| **0.4** | 65542 | 65910 | 66276 | 66640 | 67003 | 97364 | 67724 | 68082 | 68439 | 68793 |
| **0.5** | 69146 | 69497 | 69847 | 70194 | 70540 | 70884 | 71226 | 71566 | 71904 | 72240 |
| **0.6** | 72575 | 72907 | 73237 | 73565 | 73891 | 74215 | 74537 | 74857 | 75175 | 75490 |
| **0.7** | 75804 | 76115 | 76424 | 96730 | 77035 | 77337 | 77637 | 77935 | 78230 | 78524 |
| **0.8** | 78814 | 79103 | 79389 | 79673 | 79955 | 80234 | 80511 | 80785 | 81057 | 81327 |
| **0.9** | 81594 | 81859 | 82121 | 82381 | 82639 | 82894 | 83147 | 83398 | 83646 | 83891 |
| **1.0** | 84134 | 84375 | 84614 | 84850 | 85083 | 85314 | 85543 | 85769 | 85993 | 86214 |
| **1.1** | 86433 | 86650 | 86864 | 87076 | 87286 | 87493 | 87698 | 87900 | 88100 | 88298 |
| **1.2** | 88493 | 88686 | 88877 | 89065 | 89251 | 89435 | 89617 | 89796 | 89973 | 90147 |
| **1.3** | 90320 | 90490 | 90658 | 90824 | 90988 | 91149 | 91308 | 91466 | 91621 | 91774 |
| **1.4** | 91924 | 92073 | 92220 | 92364 | 92507 | 92647 | 92786 | 92922 | 93056 | 93189 |
| **1.5** | 93319 | 93448 | 93574 | 93699 | 93822 | 93943 | 94062 | 94179 | 94295 | 94408 |
| **1.6** | 94520 | 94630 | 94738 | 94845 | 94950 | 95053 | 95154 | 95254 | 95352 | 95449 |
| **1.7** | 95543 | 95637 | 95728 | 95818 | 95907 | 95994 | 96880 | 96164 | 96246 | 96327 |
| **1.8** | 96407 | 96485 | 96562 | 96638 | 96712 | 96784 | 96856 | 96926 | 96995 | 97062 |
| **1.9** | 97128 | 97193 | 97257 | 97320 | 97381 | 97441 | 97500 | 97558 | 97615 | 97670 |
| **2.0** | 97725 | 97778 | 97831 | 97882 | 97932 | 97982 | 98030 | 98077 | 98124 | 98169 |
| **2.1** | 98214 | 98257 | 98300 | 98341 | 98382 | 98422 | 98461 | 98500 | 98537 | 98574 |
| **2.2** | 98610 | 98645 | 98679 | 98713 | 98745 | 98778 | 98809 | 98840 | 98870 | 98899 |
| **2.3** | 98928 | 98956 | 98983 | 99010 | 99036 | 99061 | 99086 | 99111 | 99134 | 99158 |
| **2.4** | 99180 | 99202 | 99224 | 99245 | 99266 | 99286 | 99305 | 99324 | 99343 | 99361 |
| **2.5** | 99379 | 99396 | 99413 | 99430 | 99446 | 99461 | 99477 | 99492 | 99506 | 99520 |
| **2.6** | 99534 | 99547 | 99560 | 99573 | 99585 | 99598 | 99609 | 99621 | 99632 | 99643 |
| **2.7** | 99653 | 99664 | 99674 | 99683 | 99693 | 99702 | 99711 | 99720 | 99728 | 99736 |
| **2.8** | 99744 | 99752 | 99760 | 99767 | 99774 | 99781 | 99788 | 99795 | 99801 | 99807 |
| **2.9** | 99813 | 99819 | 99825 | 99831 | 99836 | 99841 | 99846 | 99851 | 99856 | 99861 |
| **3.0** | 99865 | 99869 | 99874 | 99878 | 99882 | 99886 | 99889 | 99893 | 99896 | 99900 |
| **3.1** | 99903 | 99906 | 99910 | 99913 | 99916 | 99918 | 99921 | 99924 | 99926 | 99929 |
| **3.2** | 99931 | 99934 | 99936 | 99938 | 99940 | 99942 | 99944 | 99946 | 99948 | 99950 |
| **3.3** | 99952 | 99953 | 99955 | 99957 | 99958 | 99960 | 99961 | 99962 | 99964 | 99965 |
| **3.4** | 99966 | 99968 | 99969 | 99970 | 99971 | 99972 | 99973 | 99974 | 99975 | 99976 |
| **3.5** | 99977 | 99978 | 99978 | 99979 | 99980 | 99981 | 99981 | 99982 | 99983 | 99983 |
| **3.6** | 99984 | 99985 | 99985 | 99986 | 99986 | 99987 | 99987 | 99988 | 99988 | 99989 |
| **3.7** | 99989 | 99990 | 99990 | 99990 | 99991 | 99991 | 99992 | 99992 | 99992 | 99992 |
| **3.8** | 99993 | 99993 | 99993 | 99994 | 99994 | 99994 | 99994 | 99995 | 99995 | 99995 |
| **3.9** | 99995 | 99995 | 99996 | 99996 | 99996 | 99996 | 99996 | 99996 | 99997 | 99997 |

Список литературы

1. Белешев С.Д. Резервы ускорения научно-технических нововведений. С.Д. Белешев, Ф. Гурвич // Вопросы Экономики: 1987. № 11. С. 24-36.
2. Ионов М.И. Инновационная сфера: состояние и перспективы // Экономист. 1993. № 10. С. 16-23.
3. Коротеев А.С. Нововведения и промышленность США: разработка и внедрение. Научно-аналитический обзор. М.: Прогресс, 1987. 215 с.
4. Фостер Р. Обновление производства. Атакующие выигрывают. М.: Прогресс, 1987. 348 с.
5. Аусмос Х., Совершенствование процесса нововведения на промышленном предприятии / Х.Аусмос, М.Тепп, М.Завьялов. Таллин: Кн. изд-во, 1993. 126с.
6. Кулагин А.Н. Структурные сдвиги и инновационный процесс. / А.Н.Кулагин, В.Н.Логвинов. // Экономист, 1993. N5. С. 56-64.
7. Кутейников А.А. Технические нововведения в экономике США. М.: Экономика, 1991. 206 с.
8. Ланин А.Б. Нововведения в организациях / А.Б.Ланин., А.И.Пригожин М.: Прогресс, 1986. 120 с.
9. Барютин И. А. Управление техническими нововведениями. М: Экономика, 1982. 154 с.
10. Гаузнер Н.К. Инновационная экономика и человеческие ресурсы / Н.К.Гаузнер, Н.И.Иванов. // Мировая экономика и международные отношения. 1994. № 3. С. 21-25.
11. Елимова М.К. К определению понятия инновационный потенциал / Методы активизации инновационных процессов. М.: ВНИИСИ, 1988. С. 16-20.
12. Тодосийчук А. Инновационные процессы как объект управления экономическим развитием. М.: НИИУ, 1993. 120 с.
13. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. М.: Наука, 1989. 212 с.
14. Таукач Г.Л. Исследования функций нововведений для повышения эффективности технического перевооружения производства / Г.Л.Таукач, Л.А.Крымская. Рига: Зинатне, 1988. 169 с.
15. Иванов М.М. США: управление наукой и нововведениями / М.М.Иванов, С.Р.Колупаева, Г.Б.Кочетков. М.: Наука, 1990. 216 с.
16. Инновационные процессы: Тр. сем. М.: ВНИИСИ, 1982. 191 с.
17. Караваева И.В. Система управления научно-техническим процессом / И.В.Караваева, А.А.Коренной. Киев.: Знание, 1992. 48 с.

87

1. Сахал Д. Технический прогресс: концепции, модели, оценки. М.: Финансы и статистика, 1985. 416 с.
2. Rogers E.M. Diffusion of innovations. N.J.: Free Press, 1962. Р.202.
3. Rogers E.M. Communication of innovations / Rogers E.M., Shoemaker F.F. N.J. Free Press, 1978. Р.476.
4. Медведев А.Г. Планирование научно-технического прогресса в машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. 358 с.
5. Иваницкая Л.В. Организация деятельности по развитию перспективных технологий на основе информационной системы // Высокие технологии в технике, медицине и образовании: Межвуз.сб.науч.тр. Воронеж: ВГТУ, 1999. Ч.2. С. 19-23.
6. Вяткин В.Н. Организационное проектирование управленческих нововведений / В.Н.Вяткин, В.М.Шевляков, В.Н.Серов. Пермь.: Кн. изд-во, 1990. 344 с.
7. Лутовинов П.П. Управление эффективностью научно-технических нововведений. Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994 Ч. 1, 2. 191 с.; 152 с.
8. Леонтьев Ф.В. Научно-технические нововведения в процессе создания новой техники / Сб. науч.-техн. прогнозирования. Киев: Наукова думка, 1991. 286 с.

26. Дубняев В.А. Обоснование стратегических альтернатив инновационной политики: Учеб.пособ. М.: АНХ, 1991. 130 с.

27. Иваницкая Л.В. Особенности моделирования инновационных процессов развития научных исследований по перспективным технологиям / Л.В.Иваницкая, Т.М.Леденева, Л.В.Паринова // Высокие технологии в технике, медицине и образовании: Межвуз.сб.науч.тр. Воронеж: ВГТУ, 1998. Ч.3. С. 22-29.

28. Заре Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию проблемных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.

29. Леденева Т.М. Лингвистический подход к оценке качества диссертационных работ / Т.М.Леденева, Я.Е.Львович, Л.В.Паринова // Высокие технологии в технике, медицине и образовании: Межвуз.сб.науч.тр. Воронеж: ВГТУ, 1997. С. 24-32.

30. Леденева Т.М. Некоторые способы построения интегральных оценок для агрегированных ресурсов // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах: Межвуз.сб.научн.тр. Воронеж: ВГТУ, 1991. С. 27-32.

31. Добрынин В.С. Методические указания по выполнению курсовой работы «Оценка надежности ДЛА по результатам испытаний». Воронеж: ВПИ, 1993. 13 с.

88

32. Косточкин В.В. Надежность авиационных двигателей и силовых установок. М.: Машиностроение, 1976. 248 с.

33. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: Советское Радио, 1962. 552 с.

34. Никитин Г.А. Влияние загрязненности жидкости на надежность работы гидросистем летательных аппаратов / Г.А.Никитин, С.В.Чирков. М.: Транспорт, 1969. 183 с.

35. Анцелиович Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета. М. Машиностроение, 1985. 296 с.

36. Волков Л.И. Надежность летательных аппаратов / Л.И.Волков, А.М.Шишкевич. М.:ВШ, 1975. 425 с.