

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Санкт Петербургский государственный аграрный университет

Кафедра надёжности и технического сервиса машин

Методические указания для практических занятий и
самостоятельной работы
по дисциплине «Надёжность технических систем»

Раздел 3. Определение точности оценок показателей надёжности

*Для студентов специальности 110304.65 Технология обслуживания и
ремонта машин в АПК*

Санкт – Петербург Пушкин
2010 год.

УДК 631. 3. 004. 62

СКОВОРОДИН В.Я. Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Надёжность технических систем»:

Раздел 3. Определение точности оценок показателей надёжности
/ Санкт Петербургский государственный аграрный университет. СПб, 2010. - 17 с.

Рекомендовано к печати:

Методической комиссией инженерно – технологического факультета
(протокол № от 2010г.)

Методическим советом Санкт Петербургского государственного
аграрного университета (протокол № от 2010г.)

Рецензент канд. техн. наук, доц. Бабенко Э.П.

1. Теоретические пояснения

Данные о надёжности технических систем и их элементов являются случайными величинами. Если на основе этих данных определяются некоторые числовые характеристики, то следует ясно представлять, что полученные таким образом цифры отличаются от истинных значений искомых характеристик. В связи с этим числовые характеристики, полученные по статистическим данным, принято называть **оценками** этих числовых характеристик, подчёркивая тем самым возможность несовпадения их с истинными значениями.

В математической статистике различают два вида оценок – **точечные** и **интервальные**.

Например, исследуется надёжность какой – либо модели двигателя и нужно найти статистическую оценку её числовой характеристики – ресурса. Это означает, что по значениям ресурса нескольких испытуемых двигателей необходимо определить некоторую величину (например, средний ресурс.), которую можно было бы использовать вместо неизвестного истинного значения ресурса этой модели двигателя, не делая при этом больших ошибок.

Для получения нужной оценки над имеющимися исходными данными должна быть проведена некоторая операция (например, расчёт среднего значения, среднеквадратического отклонения). Величина, получаемая в результате этой операции, называется **точечной оценкой** числовой характеристики. Поскольку исходные данные случайны, а число их ограничено, получаемая оценка так же случайна. Следовательно, принимая полученную оценку, заведомо допускается возможность ошибки.

При использовании точечной оценки важно знать, каковы пределы возможной ошибки и какова её вероятность, то – есть точность и достоверность.

Точность статистической оценки характеризуется шириной интервала, внутри которого с некоторой вероятностью находится истинное значение искомой числовой характеристики

Оценки, которые содержат сведения о точности и достоверности полученных результатов, называются **интервальными**.

Интервальные оценки являются дополнением к точечным оценкам. Качество точечной оценки тем выше, чем на большем статистическом материале она получена. Между тем, точечная оценка сама по себе не несет никакой информации об объеме данных, на котором она получена. В результате этого, получив разными путями две точечные оценки одной и той же величины, не имеется никаких оснований для того, чтобы предпочесть одну из них другой. В то же время, эти оценки могут быть получены на различном по объему статистическом материале, и качество их (точность и достоверность) может быть различным. Таким образом, точечные и интервальные оценки очень хорошо дополняют друг друга: точечная оценка дает конкретную цифру, которая может быть непосредственно использована в расчетах, а интервальная оценка дает

характеристику ее точности и достоверности.

Между двумя сторонами интервальной оценки — точностью и достоверностью — существует тесная связь.

Вероятность попадания одиночного показателя надёжности в заданный интервал определяется площадью под кривой распределения плотности вероятности, ограниченной границами интервала. Эта вероятность называется **доверительной вероятностью** - β . При определении рассеивания единичных показателей рекомендуется принимать следующие значения доверительных вероятностей – 0,8; 0,9; 0,95; 0,99.

Интервал, в который при заданной доверительной вероятности β попадают $100 \cdot \beta$ процентов от общего числа объектов в выборке, называется **доверительным интервалом** (I_β).

Границы, в которых может находиться значение одиночного показателя надёжности при заданной β называются **нижней доверительной границей** - t_b^H и **верхней доверительной границей** - t_b^E .

Доверительный интервал может быть односторонним и двусторонним. Для одностороннего доверительного интервала существует одна доверительная граница (нижняя или верхняя), для двустороннего – две (нижняя и верхняя). Для точечных показателей надёжности чаще всего применяется двусторонний доверительный интервал.

Взаимосвязь между доверительной вероятностью, величинами доверительных границ и возможной наибольшей ошибкой для единичного показателя и среднего значения показателя при нормальном законе распределения показана на рисунке. Чем больше доверительная вероятность, тем шире доверительный интервал и, следовательно, ошибка.

Для нормального распределения нижняя и верхняя доверительные границы располагаются на одинаковом расстоянии от среднего значения, так как оно является симметричным, для других распределений (например, Вейбулла) границы не симметричны. Это надо учитывать при определении границ для единичных показателей.

Доверительные границы одиночных показателей определяются из следующих уравнений.

Если данные наблюдений распределены по нормальному закону, то односторонние нижняя и верхняя границы определяются из уравнений:

$$1 - \beta = \frac{1}{s\sqrt{2p}} \int_0^{t_b^H} \exp\left(-\frac{(t-\bar{t})^2}{2s^2}\right)$$

$$\beta = \frac{1}{s\sqrt{2p}} \int_0^{t_b^E} \exp\left(-\frac{(t-\bar{t})^2}{2s^2}\right)$$

Двусторонние границы определяются из уравнения:

$$b = \frac{1}{S\sqrt{2p}} \int_{t_b^H}^{t_b^6} \exp\left(-\frac{(t-\bar{t})^2}{2S^2}\right) dt$$

Для определения границ необходимо решить эти уравнения относительно величин t_b^H и t_b^6 . Для нормального распределения аналитического решения уравнений нет. Для определения показателей при нормальном распределении используется центрированная (среднее значение равно нулю), нормированная (среднее квадратическое отклонение равно единице) функция:

$$F_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2p}} \int_0^t \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

Значение этой функции приводятся в статистических таблицах. При этом нужно иметь в виду, что $F_0(-t) = 1 - F_0(t)$.

Для определения функции через центрированную нормированную функцию используют уравнение:

$$F(t) = F_0\left(\frac{t-\bar{t}}{S}\right)$$

В этом уравнении в качестве аргумента взято отношение $\frac{t-\bar{t}}{S}$ (отклонение величины показателя от среднего значения выражено в долях среднеквадратического отклонения). Тогда значения нижней и верхней односторонних доверительных границ определяются из уравнений:

$$F_0\left(\frac{t_b^H - \bar{t}}{S}\right) = 1 - b \quad \text{и} \quad F_0\left(\frac{t_b^6 - \bar{t}}{S}\right) = b$$

Обозначив значение нормальной функции при значении вероятности β как коэффициент t_b , получим:

$$t_b^H = \bar{t} - t_b S \quad \text{и} \quad t_b^6 = \bar{t} + t_b S$$

Значения коэффициентов можно найти в статистических справочниках или в приложениях учебников.

При определении коэффициента t_b пользоваться интегральным законом нормального распределения можно только в том случае, если число данных в выборке превышает 100. При меньшем количестве данных в выборке нужно пользоваться законом распределения Стьюдента, учитывающим при определении коэффициентов количество данных в выборке. Таблицы распределения Стьюдента так же приводятся в статистических справочниках и

в приложениях учебников. При работе в Excel можно воспользоваться функцией СТЬЮДРАСПОБР (распределение Стьюдента обратное), входными данными являются вероятность - $(1-\beta)$ и число степеней свободы (число степеней свободы равно $n-1$).

При работе в Excel доверительные границы для нормального распределения можно определить непосредственно, пользуясь функцией НОРМОБР (нормальное распределение обратное). Входными данными являются:

- вероятность (для нижней односторонней границы - $(1-\beta)$, для верхней односторонней границы - (β) , для нижней двусторонней границы - $(\frac{1-b}{2})$, для верхней двусторонней границы - $(\frac{1+b}{2})$),

- среднее значение,

- среднеквадратическое отклонение.

Если данные наблюдений распределены по закону распределения Вейбулла, доверительные границы определяются из уравнений, решённых относительно t_b^H и t_b^G :

$$(1-\varepsilon) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t_b^H - c}{a}\right)^b\right), \quad (1-\varepsilon) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t_b^G - c}{a}\right)^b\right)$$

В этом случае можно получить решение в аналитическом виде.

Для односторонних границ:

$$t_b^H = a(-\ln b)^{\frac{1}{b}} + c \qquad t_b^G = a(-\ln(1-b))^{\frac{1}{b}} + c$$

Для двусторонних границ:

$$t_b^H = a\left(-\ln\left(\frac{1+b}{2}\right)\right)^{\frac{1}{b}} + c \qquad t_b^G = a\left(-\ln\left(\frac{1-b}{2}\right)\right)^{\frac{1}{b}} + c$$

Расчётная схема доверительных границ для точечных показателей надёжности (например, среднего значения и др.) при заданной доверительной вероятности та же, что и для одиночного показателя. Отличие заключается только в определении величины среднеквадратического отклонения.

Связь между среднеквадратическим отклонением, определённым по данным выборки, и среднеквадратическим отклонением среднего значения установлена в теории вероятностей в виде уравнения:

$$S_{\bar{t}} = \frac{S}{\sqrt{n}},$$

где σ - среднеквадратическое отклонение по данным одной выборки,
 $S_{\bar{t}}$ - среднеквадратическое отклонение для среднего значения.

При этом для определения границ можно применять нормальное распределение. Это обусловлено тем, что сложение нескольких одинаковых или различных теоретических законов распределения приводит в итоге к закону нормального распределения. Поэтому, когда рассеивание одиночных показателей надежности подчинено, например, закону распределения Вейбулла, рассеивание точечных оценок согласуется с законом нормального распределения.

Тогда доверительные границы для среднего значения равны:

$$\bar{t}_b^H = \bar{t} - t_b \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ и } \bar{t}_b^e = \bar{t} + t_b \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Коэффициент t_b определяется по распределению Стьюдента.

Доверительный интервал (\bar{I}_b), абсолютная ошибка (e_b) и относительная ошибка (d_b) равны:

$$\bar{I}_b = \bar{t}_b^e - \bar{t}_b^H \quad e_b = t_b \frac{S}{\sqrt{n}} \quad d_b = \frac{e_b}{\bar{t} - t_{cm}}$$

2. Рекомендации для самостоятельной работы

2.1 Вопросы для самостоятельного изучения.

Для освоения материала по теме необходимо дополнительно изучить следующие вопросы по учебникам:

- понятия точечных и интервальных оценок показателей надёжности;
- понятие доверительной границы и доверительной вероятности;
- нижние и верхние доверительные границы;
- влияние вида закона распределения на величины доверительных границ;
- порядок определения доверительных границ;
- абсолютная и относительная ошибка показателей надёжности.

2.2. Литература.

1. Надежность и ремонт машин : учебник для вузов / В. В. Курчаткин [и др.] ; под ред. В. В. Курчаткина. - М. : Колос, 2000. - 775с. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений).
2. Атапин В.Г. Основы работоспособности технических систем. Автомобильный транспорт: Учебник.- Новосибирск: НГТУ, 2007.-313с.
3. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности: Санкт-Петербург-БХВ,2008.-704с.

4. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: Учебник.- М: Академия, 2009.-208с.

3. Методика выполнения расчётов

3.1. Задание

По заданной выборке данных наблюдений о долговечности двигателей в различных автохозяйствах определить:

-точечные показатели долговечности (средний ресурс, среднеквадратическое отклонение ресурса, коэффициент вариации ресурса)

- гамма – процентный ресурс при гамма равной 80%, 90%, и 95%, то есть восьмидесяти – процентный ресурс, девяносто – процентный ресурс, девяносто пяти – процентный ресурс (нижнюю доверительную границу ресурса с доверительной вероятностью соответственно 0,8 ; 0,9 ;0,95).

- доверительные границы среднего ресурса двигателей, работающих в одном автохозяйстве (количество двигателей 25).

Данные наблюдений приведены в таблице 5. Вариант задания назначается преподавателем.

Порядок выполнения задания приведён ниже. Пример исходных данных варианта задания приведён в таблице 1.

Таблица 1. Выборка данных о долговечности автомобильных двигателей (в тысячах километрах пробега автомобиля).

№ двиг.	Ресурс	№ двиг.	Ресурс	№ двиг.	Ресурс	№ двиг.	Ресурс	№ двиг.	Ресурс	№ двиг.	Ресурс
1	196	15	126	29	164	43	213	57	213	71	106
2	204	16	221	30	330	44	210	58	105	72	189
3	170	17	131	31	151	45	183	59	77	73	84
4	184	18	137	32	140	46	75	60	127	74	201
5	232	19	251	33	129	47	115	61	116	75	189
6	275	20	96	34	226	48	133	62	116	76	220
7	102	21	96	35	226	49	221	63	85	77	286
8	103	22	312	36	90	50	173	64	100	78	161
9	142	23	172	37	112	51	249	65	175	79	196
10	262	24	116	38	162	52	243	66	109	80	144
11	217	25	210	39	312	53	110	67	170	81	234
12	223	26	275	40	91	54	143	68	116	82	119
13	133	27	121	41	284	55	187	69	172	83	194
14	365	28	146	42	81	56	218	70	151	84	151

3.2. Определение числовых характеристик данных наблюдений.

Для определения точечных оценок при расчёте в пакете Excel можно воспользоваться отдельными функциями СРЗНАЧ (среднее значение), СТАНДОТКЛОН (среднеквадратическое отклонение) или в меню Сервис выбрать Анализ данных, а в диалоговом окне Анализ данных –

Описательная статистика.

В поле **Входной интервал** вводится ссылка на ячейки, содержащие анализируемые данные. Переключатель **Группирование** устанавливается в положение по столбцам или по строкам в зависимости от расположения данных. Флажок **Метки в первой строке** устанавливается, если в диапазоне результатов расчёта заранее вписаны заголовки. Для простоты расчётов флажок лучше не устанавливать, в этом случае заголовки будут созданы автоматически. В поле **Параметры вывода** нужно установить переключатель в положение **Выходной интервал** и указать ячейку, начиная с которой вниз и вправо будут размещаться результаты расчёта, а флажок установить в **Итоговая статистика**.

Результаты расчёта представлены в таблице 2

Таблица 2. Статистические показатели долговечности двигателей.

Показатели	Значения
Среднее	172,50
Стандартная ошибка	7,11
Медиана	166,92
Стандартное отклонение	65,16
Дисперсия выборки	4245,18
Эксцесс	-0,02
Асимметричность	0,67
Интервал	290,11
Минимум	74,70
Максимум	364,81
Сумма	14490,05
Счет	84,00
Коэффициент вариации	0,67

Коэффициент вариации в опции **Описательная статистика** отсутствует, его необходимо рассчитать по формуле :

$$V = S / (R_{\text{ср.}} - R_{\text{мин.}}) \quad V = 0.67$$

Таким образом, точечными показателями долговечности двигателей будут:

Средний ресурс равен 172,5 тыс. км. пробега автомобиля.

Рассеивание ресурса в диапазоне 74,7 – 364,8 тыс. км. пробега автомобиля.

Среднеквадратическое отклонение ресурса – 65,16 тыс. км. пробега автомобиля.

Коэффициент вариации ресурса равен 0,67.

3.3. Подбор теоретического закона распределения.

Предварительный выбор закона распределения можно сделать по виду гистограммы и значению коэффициента вариации. Поскольку коэффициент вариации значительно больше 0,3 и коэффициент асимметрии больше нуля, симметричное нормальное распределение не подходит, а в качестве предполагаемого можно взять распределение Вейбулла:

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t-c}{a} \right)^{b-1} \exp\left(-\left(\frac{t-c}{a}\right)^b\right)$$

Параметры распределения (a, b и c) определяются в следующем порядке.

Параметр распределения b можно определить по таблицам распределения Вейбулла (исходя из значений коэффициента вариации или коэффициента асимметрии).

По таблице для $V = 0,67$ находим, что $b = 1,49$,

Параметр a определяется по формуле: $a = \frac{S_R}{C_b}$,

где S_R - среднеквадратическое отклонение выборочных данных ;

C_b - коэффициент распределения Вейбулла.

Из таблицы распределения Вейбулла для $b = 1,49$ $C_b = 0,60$,

тогда $a = 65,16 / 0,60 = 108,59$

Параметр c определяется по формуле $c' = \bar{R} - aK_b$ и условий:

$c = c'$ если $c' \leq R_{\min}$; $c = R_{\min}$ если $c' > R_{\min}$; $c = 0$ если $c' < 0$

Коэффициент K_b также берётся из таблицы распределения Вейбулла.

Для $b = 1,49$ $K_b = 0,90$, тогда $c' = 172,5 - 108,59 \cdot 0,90 = 74,77$. Минимальное значение ресурса равно 74,7, принимают $c = 74,7$.

При отсутствии таблиц распределения Вейбулла, параметры распределения можно определить по приближённым формулам (при значении коэффициента вариации в пределах 0,30 – 0,72):

$$b = \frac{1}{V_R^{1.06}}, \quad a = 1.11(\bar{R} - R_{\min}), \quad c = R_{\min}$$

По этим формулам $b = 1 / 0,67^{1.06} = 1.54$ (табличное значение – 1,49),
 $a = 1,11 (172,5 - 74,7) = 108,56$ (при расчёте из табличных данных – 108,59). $c = 74,7$

Таким образом, распределение ресурса двигателей имеет вид:

$$f(R) = 0.014 \left(\frac{R-74.7}{108.6} \right)^{0.49} \exp\left(-\left(\frac{R-74.7}{108.6}\right)^{1.49}\right)$$

3.4. Определение гамма – процентного ресурса .

Гамма – процентный ресурс - это ресурс с вероятностью гамма, то есть это есть нижняя односторонняя доверительная граница с доверительной вероятностью гамма. Поэтому расчёт производится по формуле:

$$t_b^H = a(-\ln b)^{\frac{1}{b}} + c$$

$$\text{Тогда } R_{80\%} = 108.6(-\ln 0.8)^{1/1.49} + 74.7 = 114.34.$$

$$\text{Аналогично } R_{90\%} = 98,68 \quad \text{и} \quad R_{95\%} = 79,65.$$

3.5. Определение доверительных границ для среднего ресурса двигателей, эксплуатируемых в одном автохозяйстве.

Так как выборка была взята по нескольким автохозяйствам, то число двигателей в одном хозяйстве отличается от количества данных в выборке.

Для определения доверительных границ для среднего ресурса можно применить закон нормального распределения и определить границы по формулам:

$$t_b^H = \bar{t} - t_b S \quad \text{и} \quad t_b^E = \bar{t} + t_b S$$

Коэффициент t_b можно определить по таблицам распределения Стьюдента (таблица 4) или пользуясь функцией СТЬЮДРАСПОБР. Аргументами функции являются вероятность $(1 - \beta)$ и степени свободы (q) . Число степеней свободы определяется по формуле:

$$q = n - 1$$

По таблице 4 для доверительных вероятностей 0,8, 0,9 и 0,95 для 25 двигателей: $t_{0,8} = 1,32$ $t_{0,9} = 1,71$ $t_{0,95} = 2,06$

По функции СТЬЮДРАСПОБР для вероятностей соответственно 0,2, 0,1 и 0,05 и числе степеней свободы, равном 24 ($25 - 1 = 24$) получаются те же значения.

Доверительные границы среднего ресурса будут равны:

$$R_{0,8}^H = 172,5 - 1,32 \cdot 13,03 = 155,3 \quad R_{0,9}^H = 150,22 \quad R_{0,95}^H = 145,66$$

$$R_{0,8}^E = 172,5 + 1,32 \cdot 13,03 = 189,7 \quad R_{0,9}^E = 194,78 \quad R_{0,95}^E = 199,34$$

Доверительный интервал равен:

$$I_{0,8} = 189,7 - 155,3 = 34,4 \quad I_{0,9} = 44,56 \quad \text{и} \quad I_{0,95} = 53,68$$

Абсолютная ошибка равна:

$$e_{0,8} = 1,32 \cdot 13,03 = 17,2 \quad e_{0,9} = 22,28 \quad e_{0,95} = 26,84$$

Относительная ошибка равна:

$$d_b = 17,2 / 172,5 = 0,10 \quad d_b = 0,13 \quad d_b = 0,16$$

Результаты расчёта приведены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели долговечности автомобильного двигателя (в тыс. км. пробега автомобиля)

Показатели	Значения показателей при доверительной вероятности		
	$\beta = 0,8$	$\beta = 0,9$	$\beta = 0,95$
Средний ресурс	172,5		
Гамма – процентный ресурс	114,34	98,68	79,65
Нижняя доверительная граница	155,3	150,22	145,66
Верхняя доверительная граница	189,7	194,78	199,34
Доверительный интервал	34,4	44,56	53,68
Абсолютная ошибка	17,2	22,28	26,84
Относительная ошибка	0,10	0,13	0,16
Относительная ошибка в %	10	13	16

Чем с большей надёжностью (доверительной вероятностью) определяются показатели, тем больше ошибка.

4. Отчёт

Отчёт о выполненных расчётах выполняется в программе Word и должен включать:

- титульный лист;
- исходные данные для расчёта;
- расчёт, включающий расчётные формулы и результаты ;
- графики (отформатированные).

Отчёт представляется на бумажном носителе.

Таблица 4. Значение коэффициента t_b для доверительных границ.

Число объектов	Значение коэффициента		
	$\beta = 0,80$	$\beta = 0,90$	$\beta = 0,95$
10	1,38	1,83	2,26
20	1,33	1,73	2,09
30	1,31	1,70	2,04
40	1,30	1,68	2,02
50	1,30	1,68	2,01
60	1,30	1,67	2,00
70	1,30	1,67	2,00
80	1,29	1,66	1,99
90	1,29	1,66	1,99
100	1,29	1,66	1,98

5 .Индивидуальные задания

Таблица 5. Данные о долговечности автомобильных двигателей (в тысячах километрах пробега автомобиля).

№ ДВ.	Варианты задания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	219	146	127	129	99	117	204	137	120	171	209	243	186	224	167
2	171	139	96	132	111	92	152	287	168	196	149	148	136	182	125
3	123	350	239	145	168	161	119	206	116	123	293	207	183	161	388
4	123	203	121	259	111	167	175	238	183	165	121	173	235	135	237
5	104	241	328	190	91	232	115	215	118	204	140	164	184	125	188
6	134	110	201	140	87	191	210	271	165	173	132	210	177	248	158
7	231	205	97	131	92	110	182	115	188	130	129	134	141	242	173
8	150	143	182	203	117	124	133	194	164	145	161	147	130	262	181
9	126	285	224	194	107	145	128	249	140	285	162	143	279	150	150
10	182	130	262	116	251	97	196	129	194	299	175	254	255	122	208
11	176	100	111	134	151	249	136	131	130	212	258	178	178	137	138
12	245	257	203	243	194	131	99	175	221	252	101	249	265	170	245
13	147	199	211	135	114	247	150	409	246	169	147	214	137	167	173
14	236	148	302	98	140	115	111	184	163	175	134	215	113	182	243
15	139	188	116	173	188	246	189	131	125	219	117	192	194	200	300
16	103	226	169	172	108	112	178	116	256	167	236	123	148	184	220
17	189	244	193	195	155	367	120	117	241	177	102	109	373	168	243
18	98	141	146	215	161	117	210	106	190	230	112	96	173	200	123
19	125	166	276	188	122	208	261	154	215	140	475	109	193	312	146
20	207	208	178	168	130	105	135	123	148	149	153	148	186	143	142
21	182	171	251	217	96	129	142	145	220	132	151	252	121	119	134
22	194	302	74	166	186	119	129	133	217	143	342	151	109	214	163
23	101	207	182	119	195	233	166	131	139	209	195	233	221	181	250
24	122	231	109	265	203	153	110	229	215	156	181	134	182	226	156
25	271	149	102	233	232	209	209	144	171	284	122	173	208	209	172
26	193	93	191	243	148	233	127	197	260	172	211	204	357	120	250
27	132	140	73	99	241	190	118	119	142	230	106	132	153	184	122
28	120	119	161	114	216	152	96	151	189	217	223	213	307	118	218
29	183	258	154	238	188	105	189	217	172	275	321	188	143	179	306
30	232	171	255	151	228	130	211	128	185	152	165	114	163	160	226
31	144	218	117	113	127	93	124	293	163	197	105	275	131	147	206
32	291	196	212	222	195	114	121	220	236	220	173	195	132	144	260
33	127	132	230	129	100	119	159	151	201	262	156	177	194	187	185
34	127	144	147	167	141	98	238	248	122	153	101	137	156	124	226
35	215	178	97	246	114	93	117	154	174	192	383	99	276	154	121
36	155	199	238	120	121	111	189	181	227	240	268	105	252	139	147
37	192	231	175	197	92	270	191	114	183	242	98	219	115	118	149
38	146	108	205	101	225	106	117	133	144	147	111	107	175	204	143
39	183	136	201	146	113	250	147	116	117	239	103	277	175	195	140
40	132	269	203	91	171	146	156	337	172	220	150	266	258	132	225
41	107	113	206	144	269	170	96	146	134	157	101	153	181	157	209
42	115	125	299	218	118	308	118	224	208	165	142	152	155	274	183
43	329	216	141	148	212	207	108	145	221	116	160	116	153	142	283
44	168	217	183	180	159	112	100	176	199	156	281	183	176	181	192
45	135	123	192	137	217	152	217	120	128	146	303	258	120	206	218
46	226	110	136	199	106	148	142	126	128	180	106	132	124	141	277
47	126	165	203	133	135	195	186	204	146	210	116	213	219	117	170
48	167	228	195	117	194	92	162	214	219	263	97	124	176	184	142
49	132	84	111	100	159	117	210	197	171	284	197	107	135	241	141
50	85	199	160	222	143	114	207	115	163	176	334	150	183	133	128
51	107	192	123	218	239	248	209	165	170	352	111	128	310	211	155
52	107	166	175	165	92	294	165	332	126	198	188	125	107	230	220

53	108	234	211	142	204	103	170	207	212	121	233	189	120	153	213
54	242	165	206	113	114	174	189	262	196	149	313	153	127	185	170
55	185	100	179	143	200	116	161	110	195	130	118	255	114	135	184
56	318	196	193	94	153	111	134	201	132	242	241	300	115	201	145
57	138	166	208	204	123	169	213	118	172	239	175	135	137	216	170
58	82	93	264	115	104	140	291	278	289	467	176	246	216	188	259
59	205	230	147	129	134	179	96	155	200	152	393	114	146	129	167
60	201	170	114	122	140	162	202	213	328	184	472	111	150	253	294
61	210	170	245	186	179	145	151	121	160	116	111	159	127	213	174
62	246	148	233	159	164	101	210	123	240	121	309	91	212	119	200
63	195	106	219	220	103	129	155	130	173	152	133	232	186	199	148
64	146	92	145	172	164	134	128	131	170	170	107	105	264	189	195
65	168	155	111	155	226	124	183	125	225	213	260	191	105	132	145
66	191	159	197	318	211	119	104	148	239	283	128	300	179	198	232
67	135	140	228	118	124	233	232	129	207	160	183	147	193	129	322
68	183	153	166	214	210	198	98	202	136	249	97	187	212	328	173
69	264	168	139	203	198	218	189	187	152	140	123	204	126	156	225
70	154	170	100	132	197	138	109	243	172	186	101	241	157	216	143
71	163	177	223	103	110	131	212	255	154	191	136	132	107	339	152
72	108	164	78	101	147	103	98	172	261	127	182	122	210	140	123
73	165	336	290	93	176	111	180	139	188	274	234	96	115	220	344
74	120	209	183	363	156	104	237	243	198	135	212	274	123	253	150
75	87	136	135	113	333	345	106	126	149	181	96	144	131	128	203
76	192	85	194	103	205	351	97	356	191	131	258	116	179	149	191
77	137	129	141	163	169	148	127	171	294	132	206	158	159	155	161
78	113	111	183	125	271	117	117	157	224	146	134	173	277	174	195
79	108	167	123	91	202	168	134	126	176	168	90	126	185	210	292
80	119	166	198	190	149	93	301	144	151	385	155	181	172	314	186
81	106	149	133	114	176	107	302	243	163	150	261	172	279	133	196
82	214	164	251	103	123	245	279	133	191	132	169	161	314	151	280
83	152	129	187	170	99	188	136	217	185	382	204	142	258	201	167
84	275	181	191	129	103	111	100	129	179	148	178	270	143	127	198
85	106	159	118	168	96	137	215	284		124	120	231	245	136	162
86	276	260	201	112	174	180	199	198		211	226	204	239	175	149
87	89	98	193	112	92	123	177	223		140	113	171	126		221
88	106	323	207	173	93	103	171	278		212	205	159	184		169
89	121	164		94	93		113	171		155	107		107		204
90		198		130	136		250			125	220		133		233
91		111		208	126		156			271	128				160
92		155		129			270				276				
93				112							105				

Продолжение таблицы 5.

№ дв.	Варианты задания														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	225	231	283	370	250	295	253	153	245	187	173	271	193	231	189
2	206	188	164	191	184	241	200	227	283	274	182	205	212	183	232
3	201	173	215	163	222	149	148	336	138	277	126	259	187	193	242
4	174	188	260	133	192	155	163	266	202	170	200	239	193	162	133
5	134	223	206	188	312	190	227	172	202	154	287	166	322	171	152
6	314	161	208	220	305	183	207	220	211	128	161	108	164	132	188
7	171	178	164	346	254	457	197	207	256	130	155	294	149	264	265
8	145	168	190	141	175	186	178	241	244	213	207	106	109	143	169
9	281	311	129	221	234	290	191	193	209	161	248	146	218	230	148
10	145	191	218	276	192	211	149	259	139	143	158	278	171	212	176
11	265	160	147	314	126	205	177	185	262	185	298	163	167	401	258
12	194	146	215	254	199	161	188	171	138	132	154	337	192	286	144

13	136	158	161	200	209	342	169	334	148	255	258	295	101	128	147
14	265	175	175	179	125	170	278	210	198	133	229	154	138	182	168
15	159	123	264	171	374	225	175	348	156	176	172	106	221	124	223
16	186	189	124	138	181	136	169	198	226	188	156	217	322	219	259
17	133	155	160	279	260	254	182	147	203	158	239	343	242	154	205
18	201	190	121	243	233	237	237	223	199	217	158	405	219	240	142
19	225	249	261	139	277	171	190	179	133	143	157	277	192	273	143
20	249	183	261	167	222	164	211	204	126	200	235	171	185	184	341
21	157	144	329	238	248	139	144	300	302	197	398	204	195	299	217
22	215	134	200	298	250	269	160	258	230	130	297	290	130	217	171
23	154	262	232	383	290	148	242	189	145	180	298	202	154	270	141
24	163	307	155	209	197	156	197	167	238	189	234	199	146	277	196
25	138	197	342	199	199	230	217	458	138	127	186	268	197	230	164
26	332	488	169	278	167	218	151	184	391	145	164	184	142	134	229
27	207	214	145	139	202	198	280	157	166	182	224	240	157	169	180
28	243	138	183	172	127	173	142	286	190	133	436	106	273	130	158
29	143	188	161	277	225	193	201	299	186	138	322	232	209	253	190
30	169	141	113	180	157	204	244	294	128	198	194	129	105	180	321
31	215	153	165	185	288	159	180	251	179	130	132	189	136	122	258
32	128	242	165	151	357	163	177	196	312	218	176	151	179	215	333
33	162	113	210	185	183	168	158	295	242	315	233	121	267	244	145
34	140	118	148	342	177	159	177	158	187	214	151	327	178	140	187
35	203	443	137	151	147	181	205	230	198	319	284	235	301	304	202
36	248	320	293	255	221	172	284	171	174	197	199	107	202	205	170
37	249	323	133	300	185	162	184	170	145	179	140	217	239	136	177
38	252	176	213	123	224	191	221	220	138	156	129	120	189	336	244
39	170	165	304	303	232	175	193	235	233	151	173	183	145	198	388
40	173	140	148	338	214	150	248	209	182	188	253	214	335	282	157
41	185	116	145	236	198	253	183	194	263	239	171	261	146	204	182
42	206	159	145	410	143	175	212	243	194	311	205	176	109	183	280
43	136	161	146	131	283	191	332	167	248	192	215	186	111	337	175
44	252	174	228	161	154	168	185	169	190	260	276	100	145	150	165
45	221	242	150	248	228	147	220	172	204	145	196	118	135	153	153
46	219	195	211	300	152	212	297	241	245	140	166	209	137	236	185
47	176	120	216	154	179	271	142	178	164	301	154	122	178	215	171
48	230	107	269	319	182	139	177	314	137	128	264	215	182	212	237
49	218	244	147	220	336	188	193	177	138	249	145	162	237	247	261
50	270	146	194	222	230	176	189	146	128	257	174	218	252	169	148
51	245	157	150	217	163	184	182	182	134	153	195	127	190	169	224
52	129	106	110	127	183	159	279	234	154	174	213	347	112	145	322
53	157	115	154	382	169	139	147	253	182	214	212	263	151	179	155
54	238	154	150	217	125	212	142	165	130	209	157	128	122	182	259
55	136	211	397	156	271	161	166	172	193	132	259	225	143	154	148
56	137	120	233	153	143	239	174	238	266	143	226	115	161	121	211
57	242	165	173	224	154	137	176	259	349	357	163	152	129	221	277
58	225	251	286	252	208	174	358	211	130	365	398	202	286	316	187
59	243	133	223	151	175	160	184	151	151	185	215	376	150	259	175
60	197	275	338	235	124	328	153	265	140	159	221	328	179	128	207
61	392	210	123	158	141	155	152	163	133	345	143	216	155	329	148
62	201	158	165	153	295	142	181	199	137	281	164	170	114	191	233
63	157	118	207	176	131	140	142	254	213	200	127	184	109	142	200
64	202	192	174	207	288	169	233	200	149	206	194	168	126	161	257
65	152	209	142	282	136	234	206	156	174	238	131	122	120	226	133
66	197	126	189	193	242	273	159	173	224	121	247	222	151	202	186
67	164	182	241	157	305	180	206	167	171	264	198	135	183	184	169
68	144	145	156	131	130	182	238	143	328	281	152	110	118	213	219
69	157	212	210	203	246	159	158	157	234	177	176	219	209	156	246
70	247	111	183	276	332	181	193	161	185	191	149	106	162	189	151
71	173	179	229	206	163	278	282	145	140	201	241	170	213	123	503
72	168	115	257	272	194	163	167	178	301	240	238	104	122	234	146

73	411	128	147	316	176	387	185	149	162	336	131	122	216	164	225
74	302	172	178	208	235	390	233	199	239	154	168	204	196	194	270
75	181	280	215	165	219	216	307	181	173	188	221	296	111	141	449
76	199	114	137	359	133	165	248	261	147	272	277	223	105	147	266
77	135	166	408	136	211	154	218	256	174	183	257	142	114	123	144
78	367	187	152	432	126	273	179	355	147	133	256	290	255	165	155
79	174	333	306	151	183	133	232	187	314	290	195	137	165	300	143
80	244	185	165	253	141	210	153	353	328	147	206	127	254	121	223
81	310	192	297	209	151	260	322	221	256	213	185	238	164	217	171
82	219	244	154	309	120	234	147	231	184	163	203	162	126	189	217
83	156	114	218	151	129	251	239	176	402	151	126	365	152	210	297
84	176	256	152	209	141	279	172	195	243	148	148	205	389	229	192
85	148	191	207	441	196	171	252	220	185	135	311	152	220	164	469
86	260	327	317	262	241	130		297	378	247	154	231	145	268	170
87	345	153	235	224	234	136		155	443	196	290	318	278	149	197
88	187	176	294	172	226	140		194		195	247	142	221	160	172
89	160		159	389	199	170		226		197	140	143	181	181	343
90	140		132	386		159		326		127	139		301	161	196
91	178		178	146		171				136	289		178	215	199
92	192		145	461		139					158			175	271
93			108			182					197			149	138
94			500								216				219