

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 4. Оценка показателей надёжности невосстанавливаемых  
объектов**

*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 4. Оценка показателей надёжности невосстанавливаемых объектов / Санкт Петербургский государственный аграрный университет. СПб, 2010. - 16с.

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

Невосстанавливаемыми объектами считаются объекты, работоспособность которых после отказов не восстанавливается. Для таких объектов первый отказ является единственным, объект достигает предельного состояния. Поэтому наработка до отказа будет являться одновременно показателем как долговечности так и безотказности .

Показателями надёжности невосстанавливаемых объектов являются:

- **средняя наработка до отказа** (средний ресурс);
- **гамма – процентная наработка до отказа** (гамма – процентный ресурс ) – наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью  $g$  , выраженной в процентах;
- **вероятность безотказной работы** за установленную наработку – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет;
- **интенсивность отказов** – условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента отказ не возник.

Для расчёта показателей необходимо сначала для данных наблюдений подобрать теоретический закон распределения наработки до отказа.

Исследование надёжности различных технических систем показывает, что для аппроксимации выборочных данных испытаний обычно применяются следующие законы распределения.

Нормальный закон распределения с функцией распределения плотности вероятности в виде:

$$f(t) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-m)^2}{2S^2}},$$

где  $m$  и  $S$  параметры распределения:

$m$  - математическое ожидание;

$S$  - среднее квадратическое отклонение.

Закон распределения Вейбулла с функцией распределения плотности вероятности в виде:

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

где  $a, b, c$  - параметры распределения ( $a$  - параметр масштаба,  $b$  - параметр формы,  $c$  - параметр сдвига).

Экспоненциальный закон распределения с функцией распределения плотности вероятности в виде:

$$f(t) = I e^{-I t},$$

где  $I$  - параметр распределения.

Экспоненциальное распределение является частным случаем распределения Вейбулла при значении параметра  $b = 1$  и параметра  $c = 0$ .

**Средняя наработка до отказа ( $T_{cp.}$ ) и средний ресурс ( $R_{cp.}$ )** определяются по следующим формулам.

Для нормального закона:

$$T_{cp.} = R_{cp.} = m$$

Для распределения Вейбулла :

$$T_{cp.} = R_{cp.} = aK_b + c,$$

где  $K_b$  – коэффициент распределения Вейбулла, его величина зависит от величины  $b$ .

Для экспоненциального закона :

$$T_{cp.} = R_{cp.} = 1 / l.$$

**Гамма – процентная наработка до отказа ( $T_g$ ), гамма – процентный ресурс ( $R_g$ )** вычисляются по следующим формулам.

Для нормального закона решением уравнений:

$$\frac{g}{100} = 0,5 - F_0\left(\frac{T_g - m}{S}\right) \quad \frac{g}{100} = 0,5 - F_0\left(\frac{R_g - m}{S}\right)$$

Для распределения Вейбулла :

$$T_g = a\left(-\ln \frac{g}{100}\right)^{1/b} \quad R_g = a\left(-\ln \frac{g}{100}\right)^{1/b}$$

Для экспоненциального закона :

$$T_g = \frac{1}{l}\left(-\ln \frac{g}{100}\right) \quad R_g = \frac{1}{l}\left(-\ln \frac{g}{100}\right)$$

**Функция вероятности безотказной работы ( $P(t)$ )**, которая часто называется функцией надёжности, вычисляется по следующим формулам.

Для нормального закона:

$$P(t) = 1 - F_0\left(\frac{t - m}{S}\right),$$

где  $F_0$  – нормированная функция нормального распределения (для случаев, когда значение  $\frac{t - m}{S}$  отрицательное, то есть  $t < m$ , необходимо пользоваться значением  $1 - F_0(t)$ ).

Для распределения Вейбулла:

$$P(t) = e^{-\frac{(t-c)b}{a}}$$

Для экспоненциального закона

$$P(t) = e^{-I t}$$

**Интенсивность отказов** ( $I(t)$ ) определяется по формулам.

Для любого закона распределения:

$$I(t) = f(t) / P(t)$$

Для распределения Вейбулла:

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

Для экспоненциального закона:

$$I(t) = I$$

В этом случае интенсивность отказов является постоянной величиной.

## 2. Рекомендации для самостоятельной работы

### 2.1 Вопросы для самостоятельного изучения

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

- понятия невосстанавливаемых объектов;
- показатели долговечности невосстанавливаемых объектов;
- показатели безотказности невосстанавливаемых объектов;
- методика расчёта гамма – процентного ресурса;
- методика расчёта вероятности безотказной работы;
- методика расчёта интенсивности отказов.

### 2.2. Литература

1. ГОСТ 27.002 – 89 Надёжность в технике Основные понятия. Термины и определения – М: Издательство стандартов.

2. Надёжность 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).

3. Атапин В.Г. Основы работоспособности технических систем. Автомобильный транспорт: Учебник.- Новосибирск: НГТУ, 2007.-313с.

4. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности: Санкт-Петербург-БХВ,2008.-704с.

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

### 3. Методика выполнения расчётов

#### 3.1. Задание.

Определить показатели надёжности аккумуляторов. Данные наблюдений приведены в таблице 7. Вариант задания назначается преподавателем.

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

Таблица 1. Нарботка тракторных аккумуляторов до отказа (месяцы).

№ ак.	Ресурс	№ ак.	Ресурс	№ ак.	Ресурс	№ ак.	Ресурс	№ ак.	Ресурс	№ ак.	Ресурс
1	107	20	29	39	27	58	21	77	10	96	71
2	20	21	22	40	26	59	18	78	45	97	45
3	18	22	12	41	9	60	13	79	76	98	40
4	29	23	16	42	20	61	21	80	32	99	22
5	23	24	9	43	11	62	64	81	5	100	14
6	39	25	6	44	25	63	33	82	12	101	51
7	15	26	52	45	8	64	10	83	12	102	22
8	85	27	19	46	32	65	27	84	53	103	45
9	28	28	25	47	15	66	25	85	51	104	59
10	11	29	12	48	53	67	29	86	18	105	37
11	95	30	47	49	20	68	9	87	22	106	26
12	38	31	36	50	14	69	15	88	12	107	14
13	8	32	66	51	48	70	10	89	21	108	8
14	16	33	5	52	7	71	37	90	14	109	19
15	6	34	48	53	16	72	34	91	12	110	20
16	29	35	15	54	17	73	51	92	18	111	9
17	17	36	14	55	6	74	30	93	38	112	66
18	61	37	19	56	13	75	28	94	30		
19	70	38	54	57	24	76	13	95	54		

#### 3.2. Определение числовых характеристик данных наблюдений.

Для расчёта в Excel 2007 нужно войти на вкладку **Данные** (в Excel 2003 в меню **Сервис**), выбрать **Анализ данных**, а в диалоговом окне **Анализ данных** из инструментов анализа выбрать **Описательная статистика**. В поле **Описательная статистика** нужно указать следующие параметры:

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 во входном диапазоне.

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** переключатель устанавливается в положение **Выходной интервал** и указывается ячейка, начиная с которой вниз

и вправо будут размещаться результаты расчёта.

Параметр **Итоговая статистика** необходимо активировать.

Коэффициент вариации необходимо определить по формуле:

$$V_t = \frac{S_t}{\bar{t} - t_{\min}}$$

Результаты расчёта представлены в таблице 2. В таблицу включены только те показатели, которые необходимы для выполнения задания.

Таблица 2. Статистические характеристики ресурса аккумуляторов.

Обозначение	Наименование показателя	Значение
$\bar{t}$	Среднее	28,60
$S$	Стандартное отклонение	20,48
$A$	Асимметричность	1,41
$R$	Интервал	102
$t_{\min}$	Минимум	5
$t_{\max}$	Максимум	107
$n$	Счет	112
$V_t$	Коэффициент вариации	0,87

### 3.3. Выбор теоретического закона распределения.

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что распределение является асимметричным (коэффициент асимметрии равен 1,41), коэффициент вариации много больше 0,33. Нормальное распределение для аппроксимации исходных данных явно не подходит. Это даёт основание принять в качестве статистической модели распределение Вейбулла.

Параметры распределения Вейбулла определяют по таблице 6.

Для  $V_t=0.87$   $b=1.15$ ,  $K_b=0.95$  и  $C_b=0.83$

Параметр  $a$  равен:  $a = \frac{S}{C_b} = 24,67$ ,

где  $S$  - среднеквадратическое отклонение выборочных данных.

Вспомогательное значение параметра  $c$  равно:

$$c' = \bar{t} - aK_b = 5,16, \text{ так как } c' > t_{\min} \text{ принимают } c = t_{\min} = 5.$$

При отсутствии таблиц распределения Вейбулла, параметры распределения можно определить по приближённым формулам:

$$b = \frac{1}{V_t^{1.06}}, \quad a = 1.11(\bar{t} - t_{\min}), \quad c = t_{\min}$$

Расчёт по этим формулам даёт следующие результаты:

$$b=1,16 \qquad a=26,06 \qquad c=5$$

Окончательно (с округлением), приняв  $a=25$ ,  $b=1,15$ ,  $c=5$ , статистическая модель распределения наработки аккумуляторов до отказа будет иметь вид:

$$f(T) = 0,046 \times \left(\frac{t-5}{25}\right)^{0,15} \times e^{-\left(\frac{t-5}{25}\right)^{1,15}}$$

### 3.4. Расчёт показателей долговечности.

Средний ресурс аккумулятора равен:

$$R_{cp.} = aK_b + c, \quad R_{cp.} = 28,75$$

Величина гамма – процентного ресурса зависит от величины гамма. Для анализа строят график этой зависимости. Для этого задаются значениями гамма в диапазоне от нуля до 100 процентов (примерно 10 значений) и вычисляют гамма – процентный ресурс по формуле:

$$R_g = a \left(-\ln \frac{g}{100}\right)^{1/b}$$

Результаты расчёта приведены в таблице 3 и на рисунке 1.

Построенный в настройках по умолчанию график необходимо отформатировать:

- отформатировать область диаграммы (убрать заливку поля и границы) - выделить область диаграммы (щелчком мыши на диаграмме за пределами осей графика) и в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Формат выделенного фрагмента** и в формате области диаграммы установить - **Заливка** – нет заливки, **Цвет границы** – нет линий;

- ограничить линиями область построения - в разделе **работа с диаграммами** включить макет  $\Rightarrow$  **Область построения**  $\Rightarrow$  **Удалить заливку**  $\Rightarrow$  **Дополнительные параметры области построения** и в разделе **Формат области построения** в опции **Цвет границы** установить сплошная линия, цвет чёрный;

- установить линии сетки - в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Сетка**  $\Rightarrow$  **Горизонтальные линии сетки**  $\Rightarrow$  **Основные линии сетки**  $\Rightarrow$  **Дополнительные параметры линий сетки** и в опции **Формат основных линий сетки**  $\Rightarrow$  **Цвет линии** - сплошная линия, цвет чёрный, **Тип линии** – установить ширину (например, 0,75 пт.)

- установить параметры осей - в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Оси**  $\Rightarrow$  **дополнительные параметры оси**  $\Rightarrow$  **Параметры оси:** - минимальное значение – фиксированное, максимальное значение – фиксированное, цена основного деления – фиксированная, цвет линии – сплошная линия, цвет чёрный (аналогично установить параметры вертикальной оси);



- установить название осей - в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Название осей**  $\Rightarrow$  **Название основной горизонтальной оси** (аналогично установить параметры вертикальной оси);

- установить формат линии графика- в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Формат выделенного фрагмента**  $\Rightarrow$  **Формат ряда данных** и изменить следующие настройки:

- **Параметры маркера** – встроенный, тип (например, прямоугольник), размер (например, 5 пт.), заливка – нет;

- **Цвет линии** – сплошная линия, цвет чёрный;

- **Тип линии** – установить ширину линии (например 2 пт.);

- **Тип линии маркера** – сплошная линия, цвет чёрный;

- установить размеры графика. Для этого выделить график, в разделе **работа с диаграммами** включить **Макет**  $\Rightarrow$  **Формат** и установить размеры графика (обычно ширина– 8-10см., высота – 6-8 см.).

Таблица 3. Гамма – процентный ресурс аккумулятора.

$g$	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
$R_g$	5,12	8,87	12,27	15,84	19,72	24,12	29,29	35,70	44,40	58,60

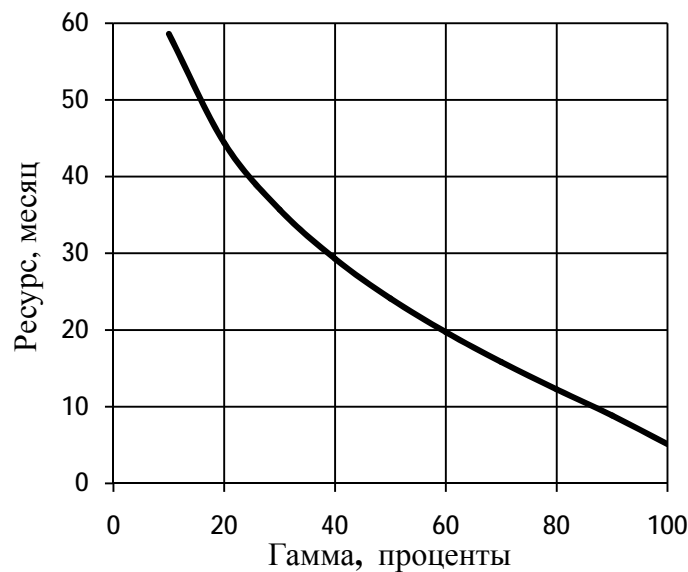


Рис.1. Гамма – процентный ресурс аккумулятора.

### 3.5. Расчёт показателей безотказности.

Вероятность безотказной работы зависит от величины наработки аккумулятора. Для анализа строят график этой зависимости. Для этого задаются значениями наработки в диапазоне от нуля до максимального значения (примерно 10 - 15 значений) и вычисляют вероятность безотказной работы по формуле:

$$P(t) = e^{-\frac{(t-c)b}{a}}$$

При расчёте следует иметь в виду, что первым расчётным значением должно быть значение наработки, превышающее величину смещения (в диапазоне наработки от нуля до  $C$  вероятность безотказной работы равна 1). Результаты расчёта приведены в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4. Вероятность безотказной работы аккумулятора

Наработка, месяц	Вероятность безот. раб.
0	1,00
6	1,00
6	0,98
16	0,70
26	0,46
36	0,30
46	0,19
56	0,11
66	0,07
76	0,04
86	0,02
96	0,01
106	0,01
116	0,00

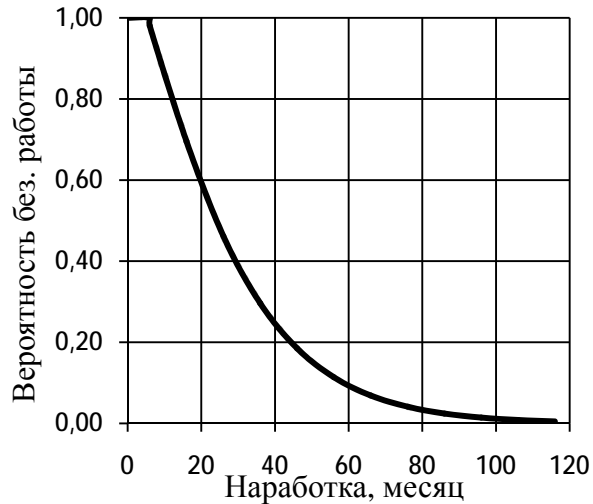


Рис. 2. Вероятность безотказной работы аккумулятора.

Интенсивность отказов зависит от величины наработки аккумулятора. Для анализа строят график этой зависимости. Для этого задаются значениями наработки в диапазоне от нуля до максимального значения (примерно 10 - 15 значений) и вычисляют интенсивность отказов по формуле:

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

При расчёте следует иметь в виду, что первой расчётной точкой должно быть значение наработки, превышающее величину смещения. В диапазоне от нуля до  $C$  интенсивность отказов равна 0.

Результаты расчёта приведены в таблице 5 и на рисунке 3.

Таблица 5. Интенсивность отказов аккумуляторов.

$t$	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116
$I(t)$	0,037	0,043	0,046	0,049	0,050	0,052	0,053	0,054	0,055	0,056	0,057	0,058

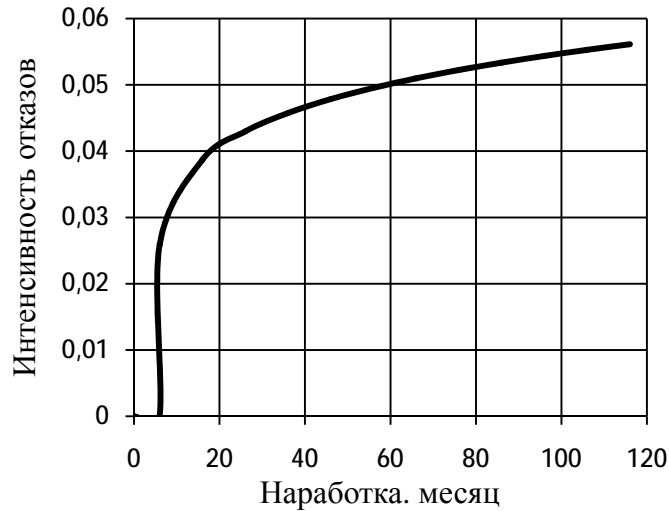


Рис. 3. Интенсивность отказов аккумуляторов.

#### 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 6. Параметры и коэффициенты распределения Вейбулла.

$V$	$b$	$K_b$	$S_b$	$V$	$b$	$K_b$	$S_b$	$V$	$b$	$K_b$	$S_b$
1,26	0,8	1,13	1,43	0,55	1,9	0,89	0,49	0,36	3,0	0,89	0,33
1,11	0,9	1,07	1,20	0,52	2,0	0,89	0,46	0,35	3,1	0,89	0,32
1,00	1,0	1,00	1,00	0,50	2,1	0,89	0,44	0,34	3,2	0,90	0,31
0,91	1,1	0,97	0,88	0,48	2,2	0,89	0,43	0,33	3,3	0,90	0,30
0,84	1,2	0,94	0,79	0,46	2,3	0,89	0,41	0,33	3,4	0,90	0,29
0,78	1,3	0,92	0,72	0,44	2,4	0,89	0,39	0,32	3,5	0,90	0,29
0,72	1,4	0,91	0,66	0,43	2,5	0,89	0,38	0,31	3,6	0,90	0,28
0,68	1,5	0,90	0,61	0,41	2,6	0,89	0,37	0,30	3,7	0,90	0,27
0,64	1,6	0,90	0,57	0,40	2,7	0,89	0,35	0,29	3,8	0,90	0,27
0,61	1,7	0,89	0,54	0,39	2,8	0,89	0,34	0,29	3,9	0,90	0,26
0,58	1,8	0,89	0,51	0,38	2,9	0,89	0,34	0,28	4,0	0,90	0,25

## 5. Индивидуальные задания

Таблица 7. Ресурс тракторного аккумулятора (в месяцах).

№ аккумуля- мулятора	Ресурс (для вариантов задания)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	21	31	34	43	42	15	54	30	22	26	25	22	12	15	15
2	29	15	12	18	27	64	31	49	25	39	18	44	23	40	34
3	15	36	18	13	25	12	14	28	31	23	29	12	10	20	26
4	15	21	26	16	21	37	15	33	30	12	11	28	18	29	17
5	13	66	44	13	15	21	33	16	13	16	19	24	14	16	33
6	28	26	45	21	11	16	41	15	12	18	18	20	15	14	18
7	18	15	22	14	14	31	13	25	23	19	16	14	15	64	12
8	20	39	26	42	18	35	33	21	20	25	29	18	13	11	20
9	13	17	19	15	12	23	11	12	25	12	20	26	12	83	13
10	12	26	13	10	30	14	21	34	21	45	17	13	18	9	17
11	19	21	26	46	13	19	27	24	23	31	11	36	31	11	47
12	23	14	13	10	12	25	14	12	16	24	20	28	31	30	10
13	19	37	24	18	40	34	13	18	10	14	22	39	15	22	59
14	13	23	11	17	49	22	21	13	29	36	28	33	19	31	18
15	14	34	20	13	13	24	19	56	48	20	35	14	28	24	36
16	21	29	40	21	29	20	21	13	15	10	25	29	34	38	23
17	39	23	45	20	27	23	24	15	15	24	16	27	11	39	14
18	28	29	12	29	19	34	13	33	16	35	18	14	25	23	11
19	21	18	21	32	54	19	16	29	27	21	14	32	42	18	15
20	34	25	24	18	15	28	25	34	27	19	19	32	37	13	67
21	40	21	26	14	12	22	11	19	19	27	35	14	12	13	25
22	21	28	18	22	32	14	20	42	11	42	31	40	29	38	22
23	17	17	16	29	21	16	28	27	56	22	10	46	24	28	47
24	27	17	15	20	18	24	16	41	11	26	32	27	11	44	16
25	17	10	22	14	31	24	20	24	41	17	16	24	20	44	67
26	20	14	25	26	17	16	54	21	21	14	33	19	17	27	18
27	16	20	13	33	13	19	18	14	15	19	42	11	22	14	15
28	32	17	50	29	42	22	37	14	33	20	32	23	12	15	17
29	54	15	16	10	53	14	39	38	22	21	25	35	27	23	22
30	14	16	15	14	25	31	11	22	23	21	27	31	25	50	17
31	20	23	23	28	19	13	37	26	28	20	15	19	10	21	19
32	19	34	35	61	18	30	35	10	13	20	24	29	25	25	16
33	43	12	24	40	38	11	23	10	12	13	11	18	55	33	36
34	22	20	26	18	13	22	31	45	31	18	22	20	28	21	33
35	22	17	16	24	10	14	24	13	20	24	26	36	24	24	15
36	26	16	32	46	20	24	15	50	28	55	17	20	10	31	20
37	46	27	16	14	15	37	30	15	22	17	12	21	28	20	28
38	20	17	35	23	12	42	16	26	25	21	23	20	10	9	23
39	19	23	36	14	21	40	12	29	24	53	28	18	27	12	32
40	23	17	31	37	12	21	14	21	57	20	12	11	19	28	16
41	17	35	12	17	12	29	26	48	18	22	25	18	32	64	11
42	12	28	36	11	32	21	10	20	11	13	18	27	31	11	12
43	19	14	14	36	12	17	11	19	18	15	13	34	21	33	14
44	12	14	17	35	30	43	42	22	22	15	28	29	11	49	22

45	14	12	21	17	15	32	43	47	26	16	15	17	12	13	8
46	20	15	93	21	30	30	14	20	23	16	18	44	21	33	39
47	28	34	30	33	41	18	35	35	20	13	18	23	41	24	30
48	45	45	46	26	28	13	39	17	15	25	16	24	13	29	24
49	16	18	25	28	37	37	31	35	31	18	35	19	19	12	24
50	22	34	34	80	11	31	32	24	23	36	29	29	41	37	25
51	21	54	15	18	38	27	22	21	15	31	22	15	31	21	38
52	31	23	30	22	56	48	11	19	26	35	20	18	15	47	34
53	22	17	27	48	43	25	12	16	12	26	12	17	16	31	36
54	13	14	17	29	21	19	43	27	21	32	30	27	33	19	22
55	22	16	51	33	23	16	46	25	29	25	11	23	23	20	16
56	27	39	31	25	22	16	21	19	44	12	15	38	25	34	18
57	28	40	11	14	31	27	19	27	16	18	36	12	11	35	27
58	22	31	24	27	26	56	12	16	18	25	29	19	11	21	9
59	16	47	11	54	34	21	11	30	30	12	19	33	41	34	33
60	17	26	16	14	42	22	21	23	16	42	28	37	40	44	24
61	33	19	25	16	35	13	32	27	12	17	37	20	11	18	43
62	25	31	20	13	20	25	22	21	34	19	25	17	22	43	20
63	24	43	30	10	17	30	17	13	18	15	39	21	13	34	27
64	29	18	20	46	26	33	37	17	13	18	40	24	28	26	30
65	27	38	30	18	37	13	22	26	15	31	27	22	17	24	27
66	18	11	32	11	21	38	63	46	36	22	42	11	26	18	16
67	14	17	16	14	38	13	16	20	23	21	28	31	16	9	35
68	36	23	22	17	16	22	13	13	20	12	16	35	11	46	22
69	22	13	21	24	12	15	28	23	50	28	40	22	35	11	36
70	25	18	17	15	18	14	40	47	18	25	22	14	21	16	17
71	33	11	26	18	19	42	19	21	19	24	14	18	16	10	12
72	18	19	30	43	15	20	19	32	22	20	27	13	9	18	29
73	25	28	40	16	12	26	11	31	13	15	13	36	48	21	14
74	19	15	16	11	18	34	15	12	30	13	18	33	35	36	10
75	29	28	24	22	19	13	29	13	20	23	14	12	13	16	36
76	28	16	30	17	39	28	15	23	19	30	21	14	51	16	28
77	23	11	19	16	14	35	10	22	22	20	18	26	21	15	23
78	40	18	32	19	30	19	22	16	16	12	28	19	31	11	30
79	13	30	20	14	25	28	27	21	14	45	18	30	15	13	21
80	22	41	44	12	51	61	15	29	15	14	37	45	32	24	25
81	37	35	51	18	31	12	11	11	24	10	20	29	16	42	47
82	11	18	47	35	57	22	12	31	16	37	38	16	28	13	42
83	24	23	50	14	24	16	15	37	35	21	33	12	36	18	50
84	17	41	15	18	13	15	15	26	24	48	25	16	24	24	47
85	15	21	23	18	46	23	25	18	15	18	29	44	21	36	21
86	16	27	10	17	43	25	22	37	13	21	32	20	35	16	33
87	15	23	41	17	48	21	14	16	14	30	37	32	15	9	33
88	13	31	12	13	23	25	27	33	14	13	36	39	55	11	32
89	28	29	27	22	31	25	10	27	26	14	28	18	19	16	31
90	23	11	15	28	30	16	22	11	23	23	17	34	18	13	31
91	42	15	27	27	20	15	21	26	26	29	14	32	32	35	29
92	10	15	12	19	16	46	19	20	27	18	21	24	23	52	23
93	18	20	30	20	34	28	13	23	37	23	11	17	22	45	9
94	30	16	52	30	17	16	15	15	20	12	28	15	18	15	37

95	14	11	28	10	28	11	46	19	23	20	29	19	26	14	41
96	29	32	29	19	14	24	19	22	14	19	29	17	32	52	33
97	17	38	17	23	23	25	16	19	13	12	10	21	37	20	16
98	11	13	22	17	17	34	20	34	34	14	16	24	11	25	18
99	30	48	39	55	29	16	23	23	19	12	18	36	16	14	25
100	20	35	28	24	13	23	16	21	11	17	29	14	12	20	19
101	19	26	17	21	46	18	13	25	17	46	14	21	14	22	25
102	35	13	19	27	42	18	12	41	11	14	25	26	34	16	26
103	32	23	32		22	32	10	16	27	21	14	17	40	35	11
104	11	36	11		13	37		19	45	28	44	20	40	40	36
105	43	28	12		23	12		14	18	24	23		36	40	22
106	15	31	40		33	14		22	23	13	25		21	19	69
107	19		33		22	36		12	20	32	30		18	50	8
108	21		10		26	30		28	16	21	11		22		13
109	14		22			16		35	19	15			13		21
110	17		29			22			33	21			32		22
111			23			16			33				10		18
112						18			36						10

Продолжение таблицы 7.

№ аккумулятора	Ресурс (для вариантов задания)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	71	14	73	30	66	15	38	48	12	11	31	23	32	22	23
2	34	26	41	23	79	11	10	20	38	16	39	17	20	26	18
3	13	20	40	11	58	48	10	62	15	12	50	33	28	23	54
4	22	17	47	70	70	11	12	11	25	10	33	24	14	31	14
5	27	49	9	32	15	35	31	20	24	12	18	28	25	32	20
6	27	27	11	92	27	11	25	11	19	25	34	24	15	30	19
7	13	23	38	40	21	32	35	51	23	40	10	19	22	22	20
8	18	31	29	24	37	25	15	13	22	25	17	12	20	34	50
9	12	27	34	23	23	12	10	69	9	20	13	57	10	20	26
10	17	24	11	35	26	41	13	29	43	34	28	29	40	49	52
11	16	13	36	12	40	27	18	13	28	13	26	14	18	25	35
12	14	22	18	29	42	100	24	22	35	31	24	58	20	30	28
13	31	11	11	34	43	8	20	27	18	47	31	30	11	15	10
14	15	25	13	27	30	35	11	10	50	14	47	72	22	34	12
15	31	32	19	32	9	10	57	18	48	20	15	28	20	20	16
16	30	25	17	15	61	9	16	31	29	19	9	36	18	29	19
17	39	9	33	26	55	67	17	30	19	44	22	32	13	55	14
18	15	21	16	15	71	20	11	54	12	19	17	20	14	18	37
19	44	23	46	15	27	49	11	59	20	31	53	31	13	18	14
20	33	13	71	17	32	13	24	51	12	18	21	19	11	38	20
21	29	22	17	48	16	41	26	32	25	19	34	15	33	17	33
22	43	8	27	15	30	14	12	23	13	38	45	54	25	32	19
23	34	27	14	17	22	42	12	32	26	16	30	34	31	25	19
24	15	54	14	8	26	27	9	13	11	40	12	11	14	20	30
25	32	15	22	9	50	11	36	29	60	22	10	15	54	12	18
26	28	24	36	17	22	11	37	16	14	29	26	14	24	18	19

27	36	13	20	25	23	17	15	12	17	9	22	15	21	33	25
28	53	21	14	23	16	62	10	18	37	20	23	17	20	48	14
29	29	15	35	24	9	14	21	13	28	11	37	13	26	49	13
30	25	12	33	33	20	15	17	19	21	16	16	21	32	17	34
31	32	67	37	32	12	15	39	42	42	17	49	12	16	23	14
32	28	48	25	19	11	10	29	11	30	12	27	13	15	12	39
33	22	9	25	10	18	12	18	12	12	47	17	29	14	18	25
34	66	57	28	13	11	29	16	21	18	47	36	26	51	38	35
35	22	22	13	47	14	10	14	13	16	27	12	62	20	28	15
36	64	22	13	36	14	19	19	44	26	24	27	29	38	12	20
37	23	23	15	32	13	53	12	15	30	12	9	31	14	17	29
38	35	27	19	14	11	36	13	15	51	10	33	37	31	10	19
39	20	24	36	14	17	8	30	11	12	60	32	23	58	13	27
40	14	18	15	72	33	19	13	36	17	13	14	16	18	10	45
41	40	42	44	44	23	9	21	40	13	21	24	23	10	13	26
42	12	16	10	31	24	10	35	10	31	16	10	21	14	15	12
43	38	16	17	13	10	42	77	38	24	31	12	33	45	24	39
44	28	12	30	27	14	22	31	32	28	59	21	38	25	21	14
45	35	18	36	15	42	12	56	66	46	16	20	18	23	17	19
46	60	24	12	19	23	49	61	15	10	23	38	20	29	29	13
47	32	24	39	28	13	30	34	23	27	31	38	11	23	47	30
48	43	28	9	37	8	96	18	9	17	14	37	12	13	29	37
49	39	31	16	14	23	88	11	21	10	33	16	22	13	29	35
50	26	23	27	33	58	58	73	20	14	25	40	13	32	41	21
51	42	13	62	29	23	9	17	10	30	25	14	30	14	20	15
52	56	28	27	9	28	12	40	18	55	32	12	24	10	23	36
53	32	35	13	38	33	19	29	30	16	18	21	22	21	41	30
54	30	36	13	34	47	33	15	11	34	13	11	13	23	11	35
55	18	36	20	31	38	42	67	29	24	22	31	22	20	26	11
56	54	32	10	16	78	13	37	11	12	10	15	35	14	35	39
57	16	28	17	21	17	11	22	26	19	51	32	30	66	15	29
58	29	22	25	49	66	15	40	12	32	68	30	23	23	43	13
59	29	22	8	12	20	27	10	13	11	16	31	21	38	19	27
60	48	65	9	22	53	12	11	25	25	46	31	13	28	10	14
61	23	10	10	22	27	10	38	28	13	21	52	15	18	17	33
62	20	24	57	43	28	23	23	11	39	14	33	13	13	46	33
63	21	20	40	47	35	69	15	25	15	19	31	15	27	42	25
64	30	24	19	30	79	12	28	22	9	58	29	43	12	26	16
65	9	32	17	25	27	38	13	25	43	30	24	15	26	36	25
66	52	75	12	45	23	11	32	12	61	31	30	27	16	24	16
67	9	10	23	40	24	14	22	13	20	10	55	21	44	10	14
68	34	20	21	9	16	13	33	20	15	10	18	45	29	23	16
69	9	66	9	17	54	33	37	28	14	17	12	16	15	15	18
70	40	21	14	12	32	16	18	39	15	28	18	35	10	23	33
71	24	19	18	12	21	50	17	33	22	22	24	26	26	17	30
72	8	18	51	26	49	35	23	45	19	12	23	33	16	47	38
73	40	25	21	20	19	11	21	18	20	11	28	41	29	28	36
74	14	33	36	17	30	27	57	43	12	15	22	25	15	15	23
75	16	16	33	29	76	48	15	25	32	35	16	29	22	16	27
76	53	46	19	15	19	41	24	19	9	12	29	24	12	24	20

77	26	32	42	30	30	15	32	28	29	30	37	13	65	16	21
78	20	10	28	12	27	13	13	21	22	21	35	12	37	25	31
79	18	24	27	94	13	15	55	16	11	21	31	18	19	39	24
80	17	24	32	32	21	9	20	14	23	18	36	12	29	25	26
81	49	49	9	32	27	9	20	25	19	17	13	35	27	13	22
82	9	21	21	11	31	12	15	20	10	17	18	71	52	21	33
83	9	20	24	16	35	18	12	37	12	54	40	26	30	34	19
84	11	34	24	14	19	11	12	24	24	17	55	9	16	30	25
85	29	27	15	14	18	40	9	23	19	9	41	17	14	22	19
86	32	11	26	45	33	9	49	50	15	12	15	20	23	28	45
87	20	17	46	11	13	35	25	23	17	25	22	25	21	35	10
88	29	21	23	23	19	30	57	31	36	22	14	23	44	23	11
89	17	37	34	27	36	23	14	28	27	14	34	18	21	18	33
90	42	63	16	14	52	9	31	31	12	25	30	32	30	20	20
91	16	23	33	44	10	40	17	61	20	29	37	20	47	15	17
92	18	15	34	42	31	21	32	17	22	22	39	30	36	37	21
93	40	18	21	10	41	34	10	20	15	14	32	14	18	51	36
94	46	16	20	10	18	27	13	95	19	24	11	23	78	20	24
95	14	32	8	18	14	22	19	10	18	17	32	12	33	20	41
96	29	14	26	17	36	47	28	19	13	21	55	17	50	19	39
97	30	43	25	28	27	9	10	42	22	26	24	15	11	16	26
98	11	14	40	40	35	11	49	46	12	15	27	46	41	16	15
99	10	14	14	74	16	90	28	21	14	17	26	22	16	33	35
100	25	11	19	17	59	11	44	26	11	30	44	11	24	14	20
101	14	24	44	24	26	40	19	14	31	14	15	47	24	25	12
102	26	27	16	55	19	11	39	22	20	17	16	31	16	20	12
103	35	12	15	15	24	32	15	37	14		16	31	31	17	14
104	14	18	31	11		28	25	21	40		18	33	14	26	16
105	37	13	27	30		29	11	16	46		21	48	12	45	10
106	31	17	19	13		30	41	10	40		14	19	16	25	25
107	16	14	32	13			29	36	30		50	45		27	11
108		10	69	14			32	13			26	14		20	11
109		33		18			24	53			51	12		26	14
110		14		11			29					14		18	25
111		18		16			27					18			22
112				19			26								43