

**Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

**Методические указания**

**Составители: А.Н. Чебоксаров, И.В. Хамов**

**Омск – 2017**

*Рецензент* канд. техн. наук, доц. И.М. Князев (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве методических указаний.

**О-62 Определение основных характеристик диагностических параметров** [Электронный ресурс] : методические указания / сост. : А.Н. Чебоксаров, И.В. Хамов. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2017. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd331.pdf> , свободный после авторизации. – Загл. с экрана.

Содержат основные положения теории диагностики автомобилей и методику определения основных характеристик диагностических параметров. Могут быть использованы при выполнении практических работ по дисциплинам «Основы теории диагностики», «Основы теории надежности и диагностики автомобилей».

Имеют интерактивное оглавление в виде закладок.

Рекомендованы для обучающихся всех форм обучения направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» профилей «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис».

Подготовлены на кафедре «Эксплуатация и ремонт автомобилей».

Текстовое (символьное) издание (1,5 МБ)

Системные требования : Intel, 3,4 GHz ; 150 МБ ; Windows XP/Vista/7 ;  
1 Гб свободного места на жестком диске ; программа для чтения pdf-файлов  
Adobe Acrobat Reader ; Google Chrome

Редактор О.А. Соболева

Издание первое. Дата подписания к использованию 31.05.2017

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5  
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Техническое диагностирование осуществляют при обкатке, эксплуатации, техническом обслуживании, ремонте и хранении техники. Техническое состояние машины (узла, агрегата) оценивается параметрами, которые подразделяются на структурные и диагностические. Диагностические параметры должны обладать следующими свойствами (удовлетворять основным требованиям): однозначность, чувствительность, стабильность, информативность.

Выбор диагностических параметров осуществляют, как правило, на стадии проектирования диагностической системы, когда известен объект диагностирования и необходимо решение, по каким параметрам целесообразно оценивать изменение его технического состояния в эксплуатации.

Данные методические указания содержат основные положения теории диагностики, а также методику определения основных характеристик диагностических параметров. Данная методика применяется при выборе диагностических параметров.

Методические указания могут быть использованы при выполнении практических занятий и самостоятельной работе по дисциплинам «Основы теории диагностики», «Основы теории надежности и диагностики автомобилей». Рекомендованы для обучающихся всех форм обучения направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис».

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ДИАГНОСТИКИ

**Система** – упорядоченная совокупность совместно действующих объектов, предназначенных для выполнения заданных функций. В нашем случае в качестве системы выступают автомобили, агрегаты, узлы. Каждая система обладает вполне определенной структурой, то есть взаимной связью и взаимным расположением составных элементов, характеризующих конструктивные особенности системы.

Техническое состояние системы (автомобиля, агрегата, узла) оценивается количественными значениями структурных параметров.

**Структурный параметр** – показатель, характеризующий свойство структуры системы или ее элементов. Структурным параметром может быть физическая величина самой различной природы:

- геометрические размеры (линейные, площади, объемы);
- механические (усилие затяжки, давление, частота вращения, амплитуда колебаний);
- акустические (сила звука);
- электрические (напряжение, сила тока);
- тепловые (температура) и др.

Структурные параметры делятся на основные и второстепенные.

**Основные структурные параметры** характеризуют возможность выполнения системой заданных функций, **второстепенные** – удобство в эксплуатации, внешний вид и прочее.

Структурные параметры могут иметь номинальное, допустимое, предельное значения.

**Номинальное значение структурного параметра** соответствует числовому значению, установленному расчетом и по чертежам и обеспеченному заводом-изготовителем.

**Допустимое значение структурного параметра** принимается условно как граница неисправности. При этом значении параметра систему уже нельзя считать исправной, но вместе с тем эта система еще работоспособна и сможет проработать до очередного технического обслуживания с пониженными свойствами.

**Предельное значение структурного параметра** соответствует либо полной потере работоспособности (отказ), либо такому снижению свойств, при котором дальнейшая эксплуатация системы становится недопустимой по техническим и экономическим соображениям.

Система считается **исправной**, если числовые значения всех структурных параметров как основных, так и второстепенных лежат ниже допустимых значений.

**Неисправное** техническое состояние характеризуется тем, что числовое значение хотя бы одного структурного параметра (основного или второстепенного) превысило допустимое значение.

Система считается **работоспособной**, если числовые значения основных структурных параметров лежат ниже допустимых пределов.

Таким образом, система может иметь три состояния: исправное работоспособное, неисправное работоспособное, неисправное неработоспособное. Исправная система всегда работоспособна, работоспособная может быть исправной и неисправной, а неработоспособная всегда неисправна.

Несмотря на то что неисправность автомобиля в отличие от отказа не влечет за собой потерю работоспособности, при наличии некоторых неисправностей эксплуатация автомобилей не допускается, так как они могут угрожать безопасности движения или способствовать появлению линейных отказов. Примеры таких неисправностей:

- по двигателю – стуки в подшипниках, затрудненный пуск, подтекание топлива, масла и охлаждающей жидкости, пониженное давление масла, наличие воды в системе смазки;

- по трансмиссии – пробуксовка или неполное выключение сцепления, деформация и трещины карданных валов, подтекание масла в агрегатах трансмиссии;

- по тормозной системе – повышенный против нормы тормозной путь, неравномерность действия тормозных механизмов колес, утечки воздуха или жидкости из системы привода тормозов;

- по рулевому управлению – увеличенный против нормы люфт рулевого колеса, заедание рулевого механизма в крайних положениях;

- по ходовой части – увеличенные перекосы мостов автомобиля, нагрев ступиц передних колес, расслоение каркаса шин.

**Технической диагностикой** называется отрасль знаний, изучающая признаки неисправностей автомобиля, методы, средства и алгоритмы определения его технического состояния без разборки, а также технологию и организацию использования систем диагностирования в процессах технической эксплуатации подвижного состава.

**Диагностированием** называют процесс определения технического состояния объекта без его разборки по внешним признакам путем измерения величин, характеризующих его состояние и сопоставление их с нормативами.

Диагностирование обеспечивает систему технического обслуживания и ремонта автомобилей индивидуальной информацией об их техническом состоянии и, следовательно, является элементом его системы.

Возможность непосредственного измерения в процессе эксплуатации структурных параметров (износов, зазоров) механизмов автомобиля без их разборки ограничена. Поэтому при диагностировании пользуются косвенными признаками, отражающими техническое состояние автомобиля. Эти признаки называются **диагностическими параметрами** и представляют собой пригодные для измерения физические величины, связанные с параметрами технического состояния автомобиля (структурными параметрами) и несущие информацию о его состоянии (рис. 1).

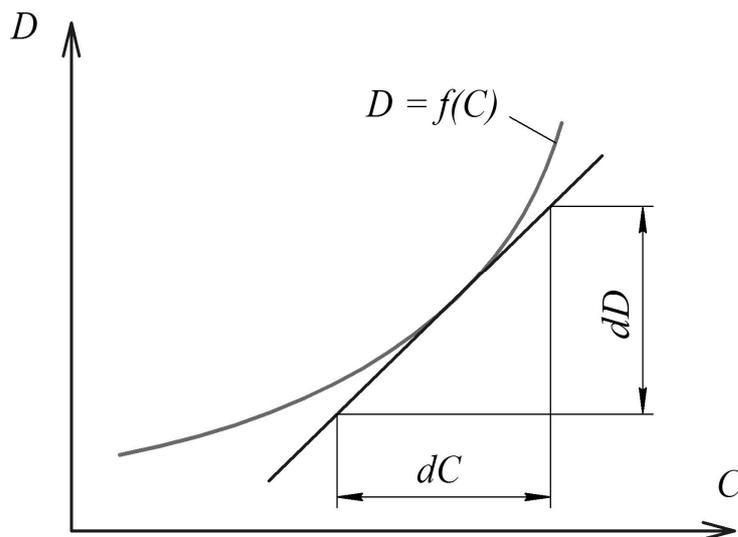


Рис. 1. Зависимость диагностического параметра  $D$  от структурного  $C$

Диагностическими параметрами могут быть:

- параметры рабочих процессов (мощности, тормозного пути, расхода топлива и др.);
- параметры сопутствующих процессов (вибраций, шума и др.);
- геометрические величины (зазоры, люфты, свободные хода, биения и др.).

Так как диагностические параметры связаны со структурными, следовательно, они также имеют номинальное, допустимое, предельное значения.

Диагностические параметры по характеру информации, которую они дают о неисправности или отказе диагностируемого объекта, подразделяют на три группы:

- **частные** диагностические параметры, которые независимо от других указывают на вполне конкретную неисправность объекта (большой осевой люфт коленчатого вала – износ упорных полуколец);
- **общие (интегральные)** диагностические параметры, характеризующие техническое состояние объекта диагностики в целом. Интеграль-

ные параметры не дают указаний о конкретной неисправности (мощность двигателя на заданном скоростном режиме);

– **взаимозависимые** диагностические параметры, характеризующие неисправность только по совокупности нескольких параметров, обнаруженных и измеренных одновременно (повышенный расход масла и высокая компрессия – износ уплотнений впускных клапанов).

Диагностические параметры должны быть чувствительны, однозначны, стабильны, информативны.

**Чувствительность** диагностического параметра – это модуль первой производной зависимости диагностического параметра от структурного параметра.

Чувствительность диагностического параметра определяется по формуле

$$K = |f'(C)|, \quad (1)$$

где  $f'(C)$  – зависимость диагностического параметра от структурного параметра.

**Однозначность** диагностического параметра означает отсутствие экстремума в диапазоне от начального до предельного значений структурного параметра (рис. 2).

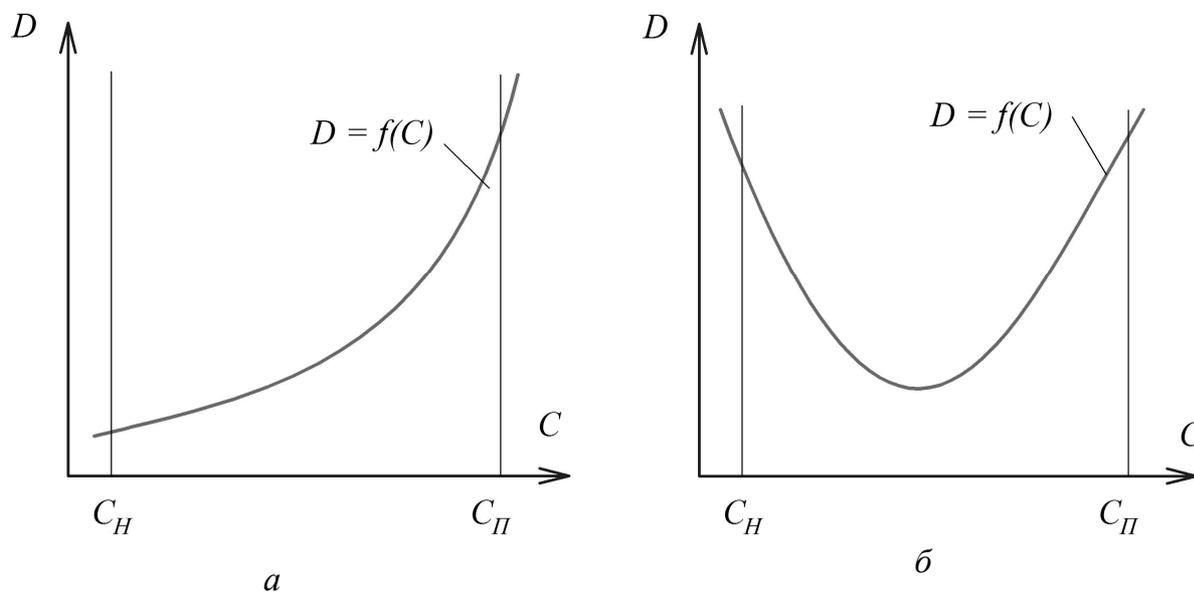


Рис. 2. Зависимость диагностического параметра от структурного:  
а – однозначный диагностический параметр [ $f'(C) \neq 0$ ]; б – неоднозначный  
диагностический параметр [ $f'(C) = 0$ ]

**Стабильность** диагностического параметра определяется вариацией его значений при многократном измерении на объектах, имеющих одну и ту же величину соответствующего структурного параметра (рис. 3).

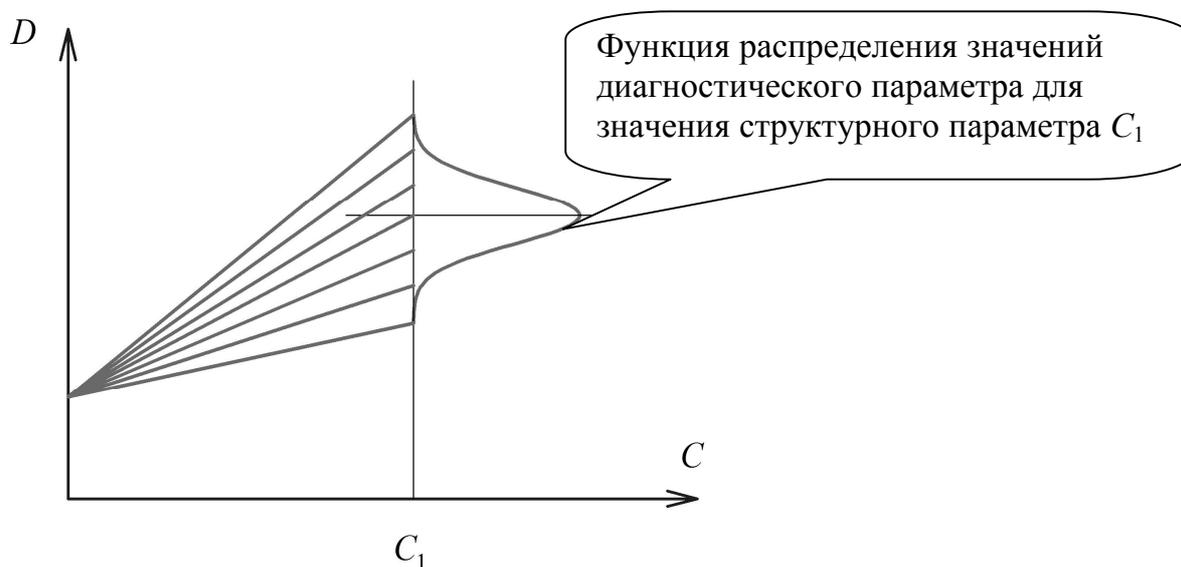


Рис. 3. Зависимости диагностических параметров от структурного при многократном измерении на объектах, имеющих одну и ту же величину структурного параметра

Стабильность оценивают с помощью среднеквадратичного отклонения

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [D_i(C) - \bar{D}(C)]^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $D_i(C)$  –  $i$ -е значение диагностического параметра для значения структурного параметра  $C$ ;  $\bar{D}(C)$  – среднее значение диагностического параметра для значения структурного параметра  $C$ ;  $n$  – число значений диагностического параметра для значения структурного параметра  $C$ .

**Информативность** диагностического параметра характеризует достоверность диагноза, получаемого в результате измерения значений параметра. Информативность определяют из совместного анализа плотностей распределения  $f(D_{И})$  и  $f(D_{Н})$  значений параметра, соответствующих заведомо исправным и неисправным объектам (рис. 4).

Ошибка диагноза будет тем меньше, чем сильнее отличаются средние значения параметра для исправного и для неисправного состояний

объекта и чем меньше разброс значений параметра для каждого состояния.

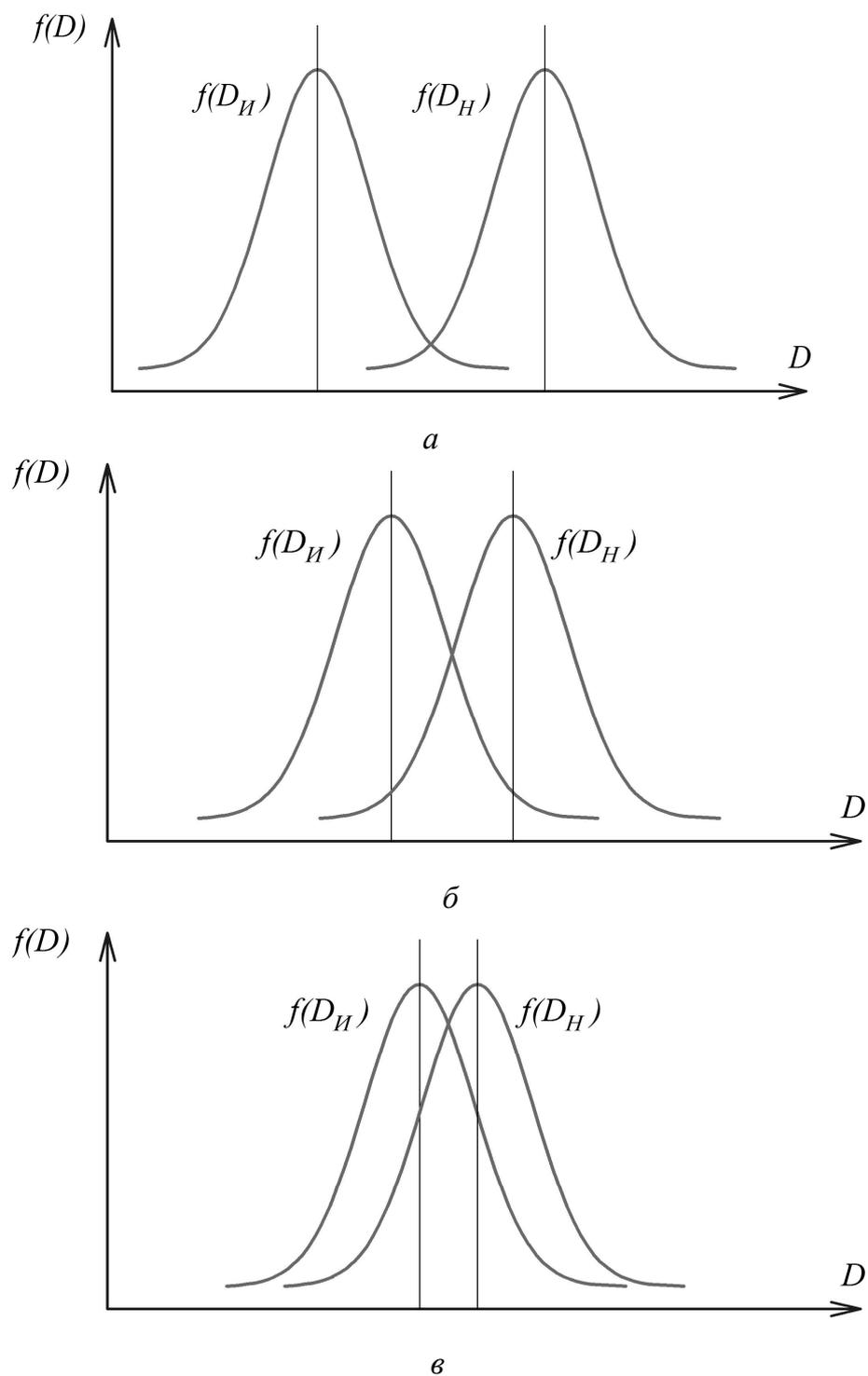


Рис.4. Зависимости плотностей распределения значений диагностического параметра, соответствующих заведомо исправным  $f(D_{И})$  и неисправным объектам  $f(D_{Н})$  для:  $a$  – информативного диагностического параметра;  $б$  – малоинформативного диагностического параметра;  $в$  – неинформативного диагностического параметра

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

### 2.1. Определение зависимости диагностического параметра от структурного параметра

Зависимость диагностического параметра  $D$  от структурного  $C$  можно выразить следующей зависимостью

$$D_i = f_i(C) = a_i + b_i \cdot C + c_i \cdot C^2, \quad (3)$$

где  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  – постоянные коэффициенты;  $C$  – структурный параметр.

Значения коэффициентов  $a_1 - a_5$ ,  $b_1 - b_5$ ,  $c_1 - c_5$  для пяти диагностических параметров по вариантам приведены в приложении 1, номинальное значение структурного параметра  $C_H = 0,01$ , предельное значение структурного параметра  $C_{II} = 0,075$ . При выполнении расчетов выбрать три промежуточных значений  $C_{IP}$  структурного параметра.

Порядок определения зависимости диагностического параметра от структурного параметра:

– определить значения пяти диагностических параметров в зависимости от структурных параметров по формуле (3). Результаты расчетов диагностических параметров от структурных параметров занести в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты расчетов диагностических параметров от структурных параметров**

Структурный параметр $C_i$	Диагностический параметр $D_i$				
	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$
$C_H$					
$C_{IP1}$					
$C_{IP2}$					
$C_{IP3}$					
$C_{II}$					

– построить график зависимости диагностических параметров от структурных параметров (рис. 5).

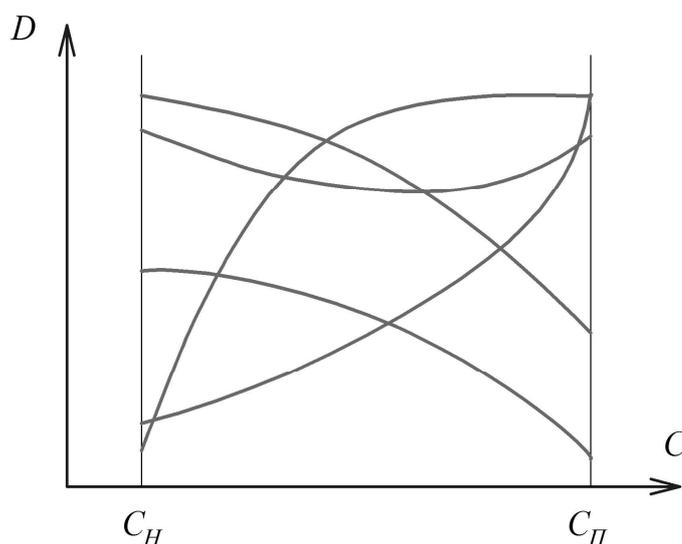


Рис. 5. Зависимость диагностических параметров  $D$  от структурного параметра  $C$

## 2.2. Определение однозначности диагностических параметров

Диагностический параметр будет однозначным, если первая производная функции диагностического параметра от структурного параметра в диапазоне изменения структурного параметра от начального  $C_H$  до предельного  $C_П$  не равна нулю. Для этого приравняем производную функции диагностического параметра от структурного параметра к нулю  $b_i + 2 \cdot c_i \cdot C_{extr} = 0$  и выразим из этого равенства структурный параметр

$$C_{extr} = -\frac{b_i}{2 \cdot c_i}. \quad (4)$$

Порядок определения однозначности диагностических параметров:

- необходимо вычислить значения структурного параметра для каждого из пяти диагностических параметров по формуле (4);
- определить, попадает ли это значение структурного параметра в диапазон от начального  $C_H$  до предельного  $C_П$  значений диагностического параметра, сделать вывод об однозначности диагностических параметров, а результаты занести в табл. 2.

### Результаты определения однозначности диагностических параметров

Результаты и выводы	Диагностические параметры $D_i$				
	1	2	3	4	5
Рассчитанное значение $C_{extr}$					
Факт попадания $C_{extr}$ в диапазон $C_H - C_{II}$ (да или нет)					
Вывод об однозначности диагностического параметра (да или нет)					

### 2.3. Определение чувствительности диагностических параметров

Порядок определения чувствительности диагностических параметров:

– Определить чувствительность диагностических параметров для начального  $C_H$ , предельного  $C_{II}$  и промежуточных значений  $C_{ПР}$  структурного параметра по формуле

$$K = |f'(C)| = |b_i + 2 \cdot c_i \cdot C|. \quad (5)$$

Промежуточное значение  $C_{ПР}$  структурного параметра необходимо определить как среднее арифметическое от начального  $C_H$  и предельного  $C_{II}$  значений структурного параметра. Результаты занести в табл. 3.

Таблица 3

### Результаты расчетов чувствительности диагностических параметров

Значение структурного параметра	Чувствительность диагностических параметров $K$				
	1	2	3	4	5
$C_H$					
$C_{ПР}$					
$C_{II}$					

– Провести анализ чувствительности диагностических параметров для трех значений структурного параметра:  $C_H$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_{П}$ . Результаты анализа занести в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты анализа чувствительности диагностических параметров**

Значение структурного параметра	Место диагностического параметра по чувствительности для соответствующего значения структурного параметра				
	1	2	3	4	5
$C_H$					
$C_{ПР}$					
$C_{П}$					

Результатом анализа является место (1-е, 2-е, 3-е и так далее), занимаемое диагностическим параметром относительно других диагностических параметров по критерию чувствительности;

– Сделать общий вывод о пригодности диагностических параметров по критерию однозначности и выявить наиболее подходящий диагностический параметр по критерию чувствительности для трех значений структурного параметра:  $C_H$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_{П}$ .

**2.4. Определение стабильности диагностических параметров**

Стабильность диагностических параметров оценивают с помощью среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации.

Порядок определения стабильности диагностических параметров:

– Определить среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  и коэффициент вариации  $v$  диагностических параметров для начального  $C_H$ , промежуточного  $C_{ПР}$  и предельного  $C_{П}$  значений структурного параметра. Результаты расчетов занести в табл. 5.

В учебных целях среднеквадратическое отклонение определим по формуле

$$\sigma_i = \frac{0,4 \cdot D_i - 0,01 \cdot D_i^2}{1,5 - \frac{0,5}{i}}, \quad (6)$$

где  $i$  – порядковый номер диагностического параметра.

Коэффициент вариации определяется по формуле

$$v = \frac{\sigma}{D}. \quad (7)$$

Таблица 5

**Результаты расчетов стабильности диагностических параметров**

Значение структурного параметра	Среднеквадратическое отклонение $\sigma$ / Коэффициент вариации $v$				
	1	2	3	4	5
$C_H$					
$C_{ПР}$					
$C_{П}$					

– Провести анализ стабильности диагностических параметров по коэффициенту вариации  $v$  для трех значений структурного параметра:  $C_H$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_{П}$ . Результаты анализа занести в табл. 6.

Таблица 6

**Результаты анализа стабильности диагностических параметров**

Значение структурного параметра	Место диагностического параметра по стабильности для соответствующего значения структурного параметра				
	1	2	3	4	5
$C_H$					
$C_{ПР}$					
$C_{П}$					

Результатом анализа является место (1-е, 2-е, 3-е и так далее), занимаемое диагностическим параметром относительно других диагностических параметров по критерию стабильности.

– Построить зависимость диагностических параметров от структурного параметра с учетом среднеквадратического отклонения (рис. 6).

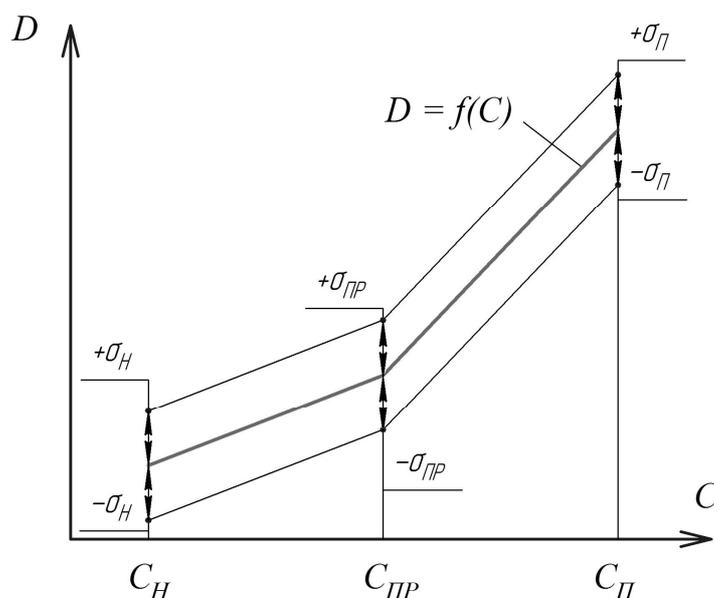


Рис.6. Зависимости диагностических параметров от структурного с учетом среднеквадратического отклонения

– Сделать вывод о стабильности диагностических параметров для трех значений структурного параметра:  $C_H$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_П$ .

## 2.5. Определение информативности диагностических параметров

Порядок определения информативности диагностических параметров:

– Определить информативность диагностических параметров по формуле

$$I = \frac{|\bar{D}_И - \bar{D}_Н|}{\sigma_И + \sigma_Н}, \quad (8)$$

где  $\bar{D}_И$  – среднее значение диагностических параметров для исправных объектов;  $\bar{D}_Н$  – среднее значение диагностических параметров для неисправных объектов;  $\sigma_И$  – среднеквадратическое отклонение значений диагностических параметров для исправных объектов;  $\sigma_Н$  – среднеквадратическое отклонение значений диагностических параметров для неисправных объектов.

Информативность диагностического параметра определится при условии, что исправным объект считается при номинальном значении диаг-

ностического параметра, а неисправным – при предельном значении диагностического параметра.

– Провести анализ информативности диагностических параметров.

Результатом анализа является место (1-е, 2-е, 3-е и так далее), занимаемое диагностическим параметром относительно других диагностических параметров по критерию информативности.

– Сделать вывод об информативности диагностических параметров.

Сделать общий вывод о пригодности диагностических параметров по всем критериям и выявить наиболее подходящий диагностический параметр для трех значений структурного параметра  $C_H$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_{П}$ . Результаты оформить в виде итоговой табл. 7.

Таблица 7

**Итоговая таблица**

Диагностический параметр $D_i$	Однозначность	Чувствительность	Стабильность	Информативность	Сумма мест	Итого
$D_1$	Да	1	3	1	5	1
		1	3		5	1
		1	3		5	1
$D_2$	Да	2	2	2	6	2
		2	2		6	2
		2	2		6	2
$D_3$	Нет	–	–	–	–	–
		–	–		–	–
		–	–		–	–
$D_4$	Нет	–	–	–	–	–
		–	–		–	–
		–	–		–	–
$D_5$	Да	3	1	3	7	3
		3	1		7	3
		3	1		7	3

Табл. 7 заполняется на основе табл. 2, 4, 6, а также результата анализа информативности диагностических параметров. Диагностические па-

раметры, не отвечающие критерию однозначности, из дальнейшего рассмотрения исключаются (диагностические параметры  $D_3$ ,  $D_4$ , см. табл. 7). Столбик табл. 7 «Сумма мест» заполняется суммированием занятых мест по критерию чувствительность, стабильность и информативность для каждого диагностического параметра. Столбик табл. 7 «Итого» заполняется следующим образом: диагностическому параметру, получившему более низкое место среди других диагностических параметров (диагностический параметр  $D_1$ , см. табл. 7) присваивается первое место. В случае если диагностические параметры получили одно и то же место, предпочтение отдается более информативному параметру.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Чем определяется техническое состояние системы (автомобиля, узла, агрегата)?
2. Дать определение структурного параметра.
3. Что такое основной и второстепенный структурные параметры?
4. Дать определение номинального, допустимого и предельного значения структурного параметра.
5. Что означает понятие «система исправна»?
6. Что означает понятие «система работоспособна»?
7. Дать определение технической диагностики.
8. Что такое диагностирование?
9. Дать определение диагностического параметра.
10. Какими бывают диагностические параметры?
11. Требования к диагностическим параметрам.
12. Что такое чувствительность диагностического параметра?
13. Что такое однозначность диагностического параметра?
14. Что такое стабильность диагностического параметра?
15. Что такое информативность диагностического параметра?

## Список рекомендуемой литературы

1. *Аринин, И.Н.* Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. – 2-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 314 с.
2. *Биргер, И.А.* Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
3. *Борц, А.Д.* Диагностика технического состояния автомобиля / А.Д. Борц, Я.Х. Закин, Ю.В. Иванов. – М. : Транспорт, 1979. – 158 с.
4. *Исаенко, П.В.* Основы работоспособности технических систем : учебное пособие / П.В. Исаенко, А.В. Исаенко. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2014. – 323 с.
5. *Колчин, В.С.* Основы диагностики и технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие / В.С. Колчин. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2006. – 496 с.
6. *Кузьмин, Н.А.* Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление : учебное пособие / Н.А. Кузьмин. – М. : ФОРУМ, 2014. – 224 с.
7. *Озорнин, С.П.* Основы работоспособности технических систем : учебное пособие / С.П. Озорнин. – 2-е изд., испр. – Чита : ЗабГУ, 2012. – 133 с.
8. *Чебоксаров, А.Н.* Основы теории надежности и диагностика : курс лекций / А.Н. Чебоксаров. – Омск : СибАДИ, 2012. – 76 с.
9. *Чебоксаров, А.Н.* Совершенствование технических средств диагностирования двигателей силовых установок и гидроагрегатов дорожно-строительных машин : дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Чебоксаров Алексей Николаевич. – Омск, 2011. – 173 с.
10. *Яхьяев, Н.Я.* Основы теории надежности и диагностика : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 256 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Значения коэффициентов  $a_1 - a_5$ ,  $b_1 - b_5$ ,  $c_1 - c_5$  для пяти диагностических параметров

Вариант	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_2$	$b_2$	$c_2$	$a_3$	$b_3$	$c_3$	$a_4$	$b_4$	$c_4$	$a_5$	$b_5$	$c_5$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,15	24,22	0,12	3,51	-23,33	-0,15	1,05	18,34	-135,03	0,57	11,75	-110,35	4,53	-15,75	0,19
2	0,15	24,95	0,12	3,58	-23,10	-0,16	1,03	17,79	-143,13	0,58	12,34	-108,19	4,30	-16,07	0,20
3	0,15	25,69	0,12	3,65	-22,87	-0,17	1,01	17,26	-151,72	0,59	12,95	-106,06	4,09	-16,39	0,20
4	0,15	26,47	0,12	3,72	-22,64	-0,18	0,99	16,74	-160,82	0,60	13,60	-103,99	3,88	-16,71	0,21
5	0,16	27,26	0,12	3,80	-22,41	-0,19	0,97	16,24	-170,47	0,62	14,28	-101,95	3,69	-17,05	0,21
6	0,16	28,08	0,11	3,88	-22,19	-0,20	0,95	15,75	-180,70	0,63	15,00	-99,95	3,51	-17,39	0,22
7	0,16	28,92	0,11	3,95	-21,96	-0,21	0,93	15,28	-191,54	0,64	15,75	-97,99	3,33	-17,74	0,23
8	0,16	29,79	0,11	4,03	-21,75	-0,23	0,91	14,82	-203,04	0,65	16,53	-96,07	3,16	-18,09	0,23
9	0,16	30,68	0,11	4,11	-21,53	-0,24	0,89	14,37	-215,22	0,67	17,36	-94,18	3,01	-18,45	0,24
10	0,16	31,60	0,11	4,19	-21,31	-0,25	0,88	13,94	-228,13	0,68	18,23	-92,34	2,86	-18,82	0,25
11	0,17	32,55	0,11	4,28	-21,10	-0,27	0,86	13,52	-241,82	0,69	19,14	-90,53	2,71	-19,20	0,26
12	0,17	33,53	0,11	4,36	-20,89	-0,28	0,84	13,12	-256,33	0,71	20,10	-88,75	2,58	-19,58	0,26
13	0,17	34,53	0,11	4,45	-20,68	-0,30	0,82	12,73	-271,71	0,72	21,10	-87,01	2,45	-19,97	0,27
14	0,17	35,57	0,11	4,54	-20,47	-0,32	0,81	12,34	-288,01	0,74	22,16	-85,30	2,33	-20,37	0,28
15	0,17	36,63	0,10	4,63	-20,27	-0,34	0,79	11,97	-305,29	0,75	23,26	-83,63	2,21	-20,78	0,29
16	0,17	37,73	0,10	4,72	-20,07	-0,36	0,78	11,61	-323,61	0,77	24,43	-81,99	2,10	-21,20	0,30
17	0,18	38,87	0,10	4,82	-19,86	-0,38	0,76	11,27	-343,02	0,78	25,65	-80,38	1,99	-21,62	0,30
18	0,18	40,03	0,10	4,91	-19,67	-0,40	0,77	11,15	-353,31	0,80	26,93	-78,81	1,89	-22,05	0,31
19	0,18	41,23	0,10	5,01	-19,47	-0,43	0,78	11,04	-253,60	0,81	28,28	-77,26	1,80	-22,49	0,32
20	0,18	42,47	0,10	5,11	-19,27	-0,45	0,78	10,93	-261,21	0,83	29,69	-75,75	1,71	-22,94	0,33
21	0,18	43,74	0,10	5,22	-19,08	-0,48	0,79	10,82	-269,04	0,85	31,18	-74,26	1,62	-23,40	0,34
22	0,18	45,06	0,10	5,32	-18,89	-0,51	0,80	10,71	-277,12	0,86	32,74	-72,81	1,54	-23,87	0,35
23	0,19	46,41	0,10	5,43	-18,70	-0,54	0,81	10,61	-285,43	0,88	34,37	-71,38	1,47	-24,35	0,36
24	0,19	47,80	0,10	5,53	-18,52	-0,57	0,81	10,50	-293,99	0,90	36,09	-69,98	1,39	-24,84	0,37
25	0,19	49,23	0,09	5,65	-18,33	-0,61	0,82	10,40	-302,81	0,92	37,89	-68,61	1,32	-25,33	0,39
26	0,19	50,71	0,09	5,76	-18,15	-0,64	0,83	10,29	-311,90	0,94	39,79	-67,26	1,26	-25,84	0,40
27	0,19	52,23	0,09	5,87	-17,97	-0,68	0,84	10,19	-321,25	0,95	41,78	-65,94	1,19	-26,36	0,41
28	0,20	53,80	0,09	5,99	-17,79	-0,72	0,85	10,09	-330,89	0,97	43,87	-64,65	1,13	-26,88	0,42
29	0,20	55,41	0,09	6,11	-17,61	-0,77	0,86	9,99	-340,82	0,99	46,06	-63,38	1,08	-27,42	0,43
30	0,20	57,08	0,09	6,23	-17,43	-0,81	0,86	9,89	-351,04	1,01	48,36	-62,14	1,02	-27,97	0,45
31	0,20	58,79	0,09	6,36	-17,26	-0,86	0,87	9,79	-361,57	1,03	50,78	-60,92	0,97	-28,53	0,46
32	0,20	60,55	0,09	6,49	-17,08	-0,91	0,88	9,69	-372,42	1,05	53,32	-59,73	0,92	-29,10	0,48

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
33	0,21	62,37	0,09	6,61	-16,91	-0,97	0,89	9,59	-383,59	1,07	55,99	-58,56	0,88	-29,68	0,49
34	0,21	64,24	0,09	6,75	-16,74	-1,03	0,90	9,50	-395,10	1,10	58,79	-57,41	0,83	-30,28	0,50
35	0,21	66,17	0,09	6,88	-16,58	-1,09	0,91	9,40	-406,95	1,12	61,73	-56,28	0,79	-30,88	0,52
36	0,21	68,15	0,08	7,02	-16,41	-1,15	0,92	9,31	-419,16	1,14	64,81	-55,18	0,75	-31,50	0,53
37	0,21	70,20	0,08	7,16	-16,25	-1,22	0,93	9,21	-431,74	1,16	68,05	-54,10	0,71	-32,13	0,55
38	0,22	72,30	0,08	7,30	-16,08	-1,30	0,92	9,67	-410,15	1,19	71,46	-53,04	0,68	-32,77	0,57
39	0,22	74,47	0,08	7,45	-15,92	-1,37	0,91	10,16	-389,64	1,21	75,03	-52,00	0,65	-33,43	0,58
40	0,22	76,71	0,08	7,60	-15,76	-1,46	0,90	10,67	-370,16	1,23	78,78	-50,98	0,61	-34,09	0,60
41	0,22	79,01	0,08	7,75	-15,61	-1,54	0,89	11,20	-351,65	1,26	82,72	-49,98	0,58	-34,78	0,62
42	0,23	81,38	0,08	7,91	-15,45	-1,64	0,88	11,76	-334,07	1,28	86,86	-49,00	0,55	-35,47	0,64
43	0,23	83,82	0,08	8,06	-15,30	-1,73	0,87	12,35	-317,37	1,31	91,20	-48,04	0,53	-36,18	0,66
44	0,23	86,33	0,08	8,22	-15,14	-1,84	0,86	12,97	-301,50	1,34	95,76	-47,09	0,50	-36,91	0,68
45	0,23	88,92	0,08	8,39	-14,99	-1,95	0,86	13,61	-286,42	1,36	100,55	-46,17	0,47	-37,64	0,70
46	0,23	91,59	0,08	8,56	-14,84	-2,06	0,85	14,29	-272,10	1,39	105,57	-45,27	0,45	-38,40	0,72
47	0,24	94,34	0,08	8,73	-14,69	-2,19	0,84	15,01	-258,50	1,42	110,85	-44,38	0,43	-39,16	0,74
48	0,24	97,17	0,07	8,90	-14,55	-2,32	0,83	15,76	-245,57	1,45	116,40	-43,51	0,41	-39,95	0,76
49	0,24	100,08	0,07	9,08	-14,40	-2,46	0,82	16,55	-233,29	1,47	122,21	-42,65	0,39	-40,75	0,79
50	0,24	103,09	0,07	9,26	-14,26	-2,61	0,81	17,37	-221,63	1,50	128,33	-41,82	0,37	-41,56	0,81
51	0,17	25,43	0,14	3,86	-24,50	-0,18	1,16	19,26	-162,04	0,63	12,34	-132,42	4,98	-16,54	0,23
52	0,17	26,19	0,14	3,94	-24,25	-0,19	1,13	18,68	-171,76	0,64	12,95	-129,82	4,73	-16,87	0,23
53	0,17	26,98	0,14	4,02	-24,01	-0,20	1,11	18,12	-182,06	0,65	13,60	-127,28	4,50	-17,21	0,24
54	0,17	27,79	0,14	4,10	-23,77	-0,21	1,09	17,58	-192,99	0,67	14,28	-124,78	4,27	-17,55	0,25
55	0,17	28,62	0,14	4,18	-23,53	-0,23	1,07	17,05	-204,57	0,68	15,00	-122,34	4,06	-17,90	0,26
56	0,17	29,48	0,14	4,26	-23,30	-0,24	1,04	16,54	-216,84	0,69	15,75	-119,94	3,86	-18,26	0,26
57	0,18	30,37	0,14	4,35	-23,06	-0,26	1,02	16,04	-229,85	0,71	16,53	-117,59	3,66	-18,62	0,27
58	0,18	31,28	0,13	4,44	-22,83	-0,27	1,00	15,56	-243,64	0,72	17,36	-115,28	3,48	-19,00	0,28
59	0,18	32,22	0,13	4,52	-22,60	-0,29	0,98	15,09	-258,26	0,73	18,23	-113,02	3,31	-19,38	0,29
60	0,18	33,18	0,13	4,61	-22,38	-0,30	0,96	14,64	-273,76	0,75	19,14	-110,80	3,14	-19,76	0,30
61	0,18	34,18	0,13	4,71	-22,15	-0,32	0,94	14,20	-290,18	0,76	20,10	-108,63	2,98	-20,16	0,31
62	0,18	35,20	0,13	4,80	-21,93	-0,34	0,92	13,77	-307,59	0,78	21,10	-106,50	2,83	-20,56	0,32
63	0,19	36,26	0,13	4,90	-21,71	-0,36	0,91	13,36	-326,05	0,80	22,16	-104,41	2,69	-20,97	0,33
64	0,19	37,35	0,13	4,99	-21,50	-0,38	0,89	12,96	-345,61	0,81	23,26	-102,36	2,56	-21,39	0,33
65	0,19	38,47	0,13	5,09	-21,28	-0,41	0,87	12,57	-366,35	0,83	24,43	-100,36	2,43	-21,82	0,34
66	0,19	39,62	0,12	5,20	-21,07	-0,43	0,85	12,19	-388,33	0,84	25,65	-98,39	2,31	-22,26	0,36
67	0,19	40,81	0,12	5,30	-20,86	-0,46	0,84	11,83	-411,63	0,86	26,93	-96,46	2,19	-22,70	0,37
68	0,20	42,03	0,12	5,41	-20,65	-0,48	0,84	11,71	-423,98	0,88	28,28	-94,57	2,08	-23,16	0,38
69	0,20	43,29	0,12	5,51	-20,44	-0,51	0,85	11,59	-304,32	0,90	29,69	-92,72	1,98	-23,62	0,39

## Окончание приложения

1	2	34	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
70	0,20	44,59	0,12	5,62	-20,24	-0,54	0,86	11,48	-313,45	0,91	31,18	-90,90	1,88	-24,09	0,40
71	0,20	45,93	0,12	5,74	-20,04	-0,58	0,87	11,36	-322,85	0,93	32,74	-89,11	1,79	-24,57	0,41
72	0,20	47,31	0,12	5,85	-19,84	-0,61	0,88	11,25	-332,54	0,95	34,37	-87,37	1,70	-25,07	0,42
73	0,21	48,73	0,12	5,97	-19,64	-0,65	0,89	11,14	-342,51	0,97	36,09	-85,65	1,61	-25,57	0,44
74	0,21	50,19	0,11	6,09	-19,44	-0,69	0,90	11,03	-352,79	0,99	37,89	-83,97	1,53	-26,08	0,45
75	0,21	51,70	0,11	6,21	-19,25	-0,73	0,91	10,91	-363,37	1,01	39,79	-82,33	1,45	-26,60	0,46
76	0,21	53,25	0,11	6,33	-19,05	-0,77	0,91	10,81	-374,28	1,03	41,78	-80,71	1,38	-27,13	0,48
77	0,21	54,84	0,11	6,46	-18,86	-0,82	0,92	10,70	-385,50	1,05	43,87	-79,13	1,31	-27,67	0,49
78	0,22	56,49	0,11	6,59	-18,67	-0,87	0,93	10,59	-397,07	1,07	46,06	-77,58	1,25	-28,23	0,51
79	0,22	58,18	0,11	6,72	-18,49	-0,92	0,94	10,48	-408,98	1,09	48,36	-76,06	1,19	-28,79	0,52
80	0,22	59,93	0,11	6,86	-18,30	-0,98	0,95	10,38	-421,25	1,11	50,78	-74,57	1,13	-29,37	0,54
81	0,22	61,73	0,11	6,99	-18,12	-1,03	0,96	10,28	-433,89	1,14	53,32	-73,11	1,07	-29,96	0,55
82	0,22	63,58	0,11	7,13	-17,94	-1,10	0,97	10,17	-446,90	1,16	55,99	-71,67	1,02	-30,55	0,57
83	0,23	65,49	0,10	7,28	-17,76	-1,16	0,98	10,07	-460,31	1,18	58,79	-70,27	0,97	-31,17	0,59
84	0,23	67,45	0,10	7,42	-17,58	-1,23	0,99	9,97	-474,12	1,21	61,73	-68,89	0,92	-31,79	0,60
85	0,23	69,48	0,10	7,57	-17,41	-1,31	1,00	9,87	-488,34	1,23	64,81	-67,54	0,87	-32,42	0,62
86	0,23	71,56	0,10	7,72	-17,23	-1,38	1,01	9,77	-502,99	1,25	68,05	-66,21	0,83	-33,07	0,64
87	0,24	73,71	0,10	7,88	-17,06	-1,47	1,02	9,67	-518,08	1,28	71,46	-64,92	0,79	-33,73	0,66
88	0,24	75,92	0,10	8,03	-16,89	-1,55	1,01	10,16	-492,18	1,30	75,03	-63,64	0,75	-34,41	0,68
89	0,24	78,19	0,10	8,19	-16,72	-1,65	1,00	10,67	-467,57	1,33	78,78	-62,39	0,71	-35,10	0,70
90	0,24	80,54	0,10	8,36	-16,55	-1,75	0,99	11,20	-444,19	1,36	82,72	-61,17	0,67	-35,80	0,72
91	0,25	82,96	0,10	8,53	-16,39	-1,85	0,98	11,76	-421,98	1,38	86,86	-59,97	0,64	-36,52	0,74
92	0,25	85,45	0,10	8,70	-16,22	-1,96	0,97	12,35	-400,88	1,41	91,20	-58,80	0,61	-37,25	0,77
93	0,25	88,01	0,09	8,87	-16,06	-2,08	0,96	12,97	-380,84	1,44	95,76	-57,64	0,58	-37,99	0,79
94	0,25	90,65	0,09	9,05	-15,90	-2,21	0,95	13,61	-361,80	1,47	100,55	-56,51	0,55	-38,75	0,81
95	0,26	93,37	0,09	9,23	-15,74	-2,34	0,94	14,29	-343,71	1,50	105,57	-55,40	0,52	-39,53	0,84
96	0,26	96,17	0,09	9,41	-15,58	-2,48	0,93	15,01	-326,52	1,53	110,85	-54,32	0,50	-40,32	0,86
97	0,26	99,05	0,09	9,60	-15,43	-2,63	0,92	15,76	-310,20	1,56	116,40	-53,25	0,47	-41,12	0,89
98	0,26	102,03	0,09	9,79	-15,27	-2,78	0,91	16,55	-294,69	1,59	122,21	-52,21	0,45	-41,94	0,91
99	0,27	105,09	0,09	9,99	-15,12	-2,95	0,90	17,37	-279,95	1,62	128,33	-51,19	0,42	-42,78	0,94
100	0,27	108,24	0,09	10,19	-14,97	-3,13	0,90	18,24	-265,95	1,65	134,74	-50,18	0,40	-43,64	0,97