

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 22.12.2021 15:43:36
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2017 г.

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ для студентов направлений подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов и
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения

Курск 2017

УДК 001.891

Составители: Л. П. Кузнецова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы» Б.А. Семенихин

Основы научных исследований: Методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ для студентов направлений подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения/ Юго-Зап. Гос. ун-т; сост.: Л.П. Кузнецова Курск, 2017. 33 с.: ил. 10, табл. 12, прилож. 1. Библиогр.: б.: с. 33.

Излагаются графическое построение исследуемых показателей, влияние температуры на скорость окисления металлов, статистика перевозок грузов и пассажиров, показателей АТП, общие закономерности отказов и расчет показателей безопасности.

Каждая глава содержит перечень основных уравнений и символов, задачи с решениями и многовариантные задачи. Решение подобных задач помогает усвоить и глубже понять теоретические положения курса.

Предназначены для студентов направлений подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л . Уч.-изд.л. . Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

	стр
ВВЕДЕНИЕ	4
Общие указания для выполнения контрольной работы	5
Практическая работа №1. Влияние температуры на скорость окисления металлов на воздухе	6
Самостоятельная работа 1	10
Практическая работа №2. Определение скорости газовой коррозии металлов и сплавов по изменению массы образца	12
Самостоятельная работа 2	15
Практическая работа №3. Графическое построение исследуемых показателей	17
Практическая работа №4. Определение закона распределения показателей надежности по результатам испытаний	20
Самостоятельная работа 3	23
Практическая работа №5. Статистика перевозок грузов и пассажиров мерности увеличения зазора между сопряженными деталями	24
Практическая работа №6. Статистическое изучение показателей транспортных предприятий	28
ПРИЛОЖЕНИЕ	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	33

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочими программами по направлениям подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов по курсу по курсу «Основы научных исследований». Отражены разделы программы теоретической части дисциплины: влияние температуры на скорость окисления металлов на воздухе, графическое построение исследуемых показателей, статистика перевозок грузов и пассажиров мерности увеличения зазора между сопряженными деталями, статистическое изучение показателей транспортных предприятий. В каждом разделе приведены примеры с подробным объяснением хода решения типовой задачи.

При изучении курса в высших учебных заведениях большое значение имеет приобретение навыков в решении задач, что является одним из критериев прочного усвоения курса.

Общие указания для выполнения контрольной работы

В процессе изучения дисциплины «Основы научных исследований» каждый студент должен выполнить самостоятельную работу.

При выполнении самостоятельную работы используется литература, рекомендуемая по курсу, методические пояснения к работам, а также конспект лекций.

Самостоятельная работа состоит из шести заданий, которые выбираются согласно своему варианту из таблиц многовариантных задач. Вариант соответствует порядковому номеру студента списка академической группы.

Содержание самостоятельной работы пишется на одной стороне стандартных листов бумаги. Все листы, начиная с титульного, нумеруются. Титульный лист оформляется по форме, образец которой представлен на кафедре или выдается преподавателем.

Изложение самостоятельной работы должно быть кратким, логичным, четким, призванным дать обоснование принятым решениям. Сокращение слов в тексте не допускается. Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно под формулой. Графические изображения должны быть выполнены на миллиметровой бумаге.

Самостоятельная работа, выполненная не по вариантам и не по установленной форме, к защите не принимается.

Практическая работа №1

Влияние температуры на скорость окисления металлов на воздухе

Влияние температуры на скорость окисления металла определяют по увеличению массы образцов из исследуемого металла после выдержки в печах при трех-четырех заданных температурах.

Температура очень сильно влияет на скорость газовой коррозии металлов. С повышением температуры процессы газовой коррозии металлов протекают значительно быстрее, несмотря на уменьшение их термодинамической возможности. Характер влияния температуры на скорость окисления металлов определяется температурной зависимостью константы скорости химической реакции, которая выражается одним и тем же экспоненциальным законом. Таким образом, повышение температуры должно влиять на скорость окисления металлов по аналогичному закону. Зависимость скорости газовой коррозии от температуры может быть выражена уравнением Аррениуса (1):

$$K_m^+ = A \cdot e^{-Q/RT}, \quad (1)$$

где K_m^+ – положительный показатель изменения массы, г/(м²·ч);

A – постоянная, равная K_m^+ при $1/T = 0$;

e – основание натурального логарифма ($e = 2,7$);

Q – эффективная энергия (теплота) активации процесса, кал/моль;

R – газовая постоянная 1,99 кал/(град·моль);

T – абсолютная температура, °К.

Это уравнение может быть преобразовано логарифмированием в уравнение (2):

$$\lg K_m^+ = \lg A - \frac{Q}{2,303RT}, \quad (2)$$

График в координатах $\lg K_m^+ = f(1/T)$ дает прямую линию (рис. 1) или в ряде случаев ломанную прямую, каждый излом которой соответствует изменениям, происходящим в металле или в прилегающей к нему оксидной пленке.

Эта зависимость удобна для графического нахождения скорости газовой коррозии металла при любой температуре. Она же мо-

жет быть использована и для определения постоянных A и Q уравнения (4) из опытных данных с использованием графика:

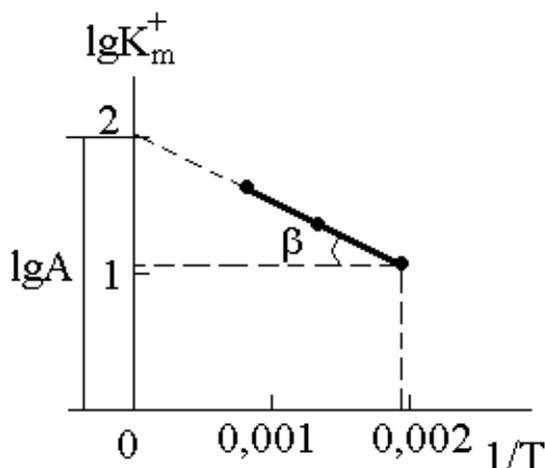


Рисунок 1 - Графический метод нахождения скорости газовой коррозии металла.

При $1/T = 0$ можно найти

$$\lg A = \lg K_m^+; \quad (3)$$

а также

$$Q = -2,303 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2,303 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (4)$$

где α – угол, образуемый прямой $\lg K_m^+ = f(1/T)$ с положительным направлением оси $1/T$;

β – то же, с отрицательным направлением оси $1/T$.

Затем положительный показатель изменения массы при одной из исследованных температур сравнивают с опытными данными.

Пример 1. Образцы исследуемого металла выдерживали 1,2 часа в электрических печах при различных температурах $T_1 = 500$ К, $T_2 = 700$ К, $T_3 = 900$ К. Установить температурную зависимость газовой коррозии окисления металла на воздухе, если известно, что удельное увеличение массы образцов соответственно: $\Delta m_1^+ = 33,28$ г/м², $\Delta m_2^+ = 44,33$ г/м², $\Delta m_3^+ = 50,56$ г/м². Рассчитать абсолютную и относительную ошибки определения.

Решение: Зависимость скорости газовой коррозии от температуры выражается уравнением (4)

$$K_m^+ = A \cdot e^{-Q/RT}$$

Для построения графика $\lg K_m^+ = f(1/T)$ необходимо найти скорость коррозии по формуле (2):

$$K_{m1}^+ = \Delta m_1^+ / \tau = 33,28 / 1,2 = 27,73 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

$$K_{m2}^+ = \Delta m_2^+ / \tau = 44,33 / 1,2 = 36,94 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

$$K_{m3}^+ = \Delta m_3^+ / \tau = 50,56 / 1,2 = 42,13 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Теперь необходимо прологарифмировать значения K_m^+ :

$$\lg K_{m1}^+ = \lg 27,73 = 1,44$$

$$\lg K_{m2}^+ = \lg 36,94 = 1,56$$

$$\lg K_{m3}^+ = \lg 42,13 = 1,62$$

Находим отношение $1/T$

$$1/T_1 = 1/500 = 0,0020$$

$$1/T_2 = 1/700 = 0,0014$$

$$1/T_3 = 1/900 = 0,0011$$

Получаем график (рис. 2) $\lg K_m^+ = f(1/T)$.

Из рисунка 2 видно, что полученная прямая при продолжении пересекает ось ординат в точке $\lg K_m^+ = 1,8$. Тогда при $1/T = 0$

$$\lg A = 1,8; \quad A = 63,10$$

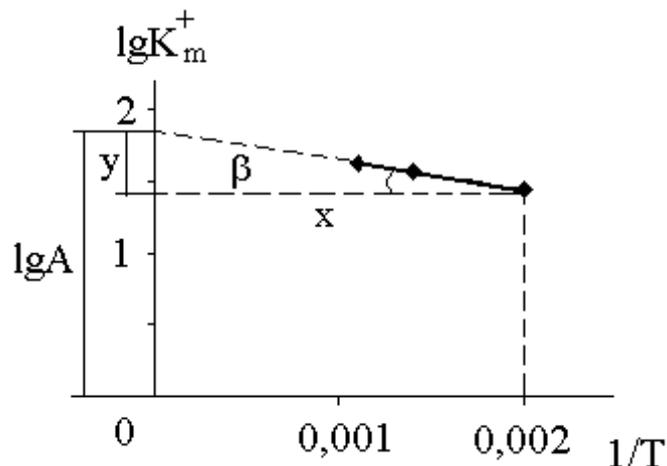


Рисунок 2 - Графическое определение постоянных A и Q уравнения (4).

Далее мы рассматриваем полученный прямоугольный треугольник и находим $\text{tg} \beta$,

$$\text{tg} \beta = y/x = (1,8 - 1,44) / 0,002 = 180.$$

тогда

$$Q = 2,303 \cdot R \cdot \text{tg} \beta = 2,303 \cdot 1,99 \cdot 180 = 824,93$$

Теперь рассчитываем положительный показатель изменения массы при одной из исследованных температур, например при 500⁰С и сравниваем ее с опытными данными.

$$(K_m^+)_1 = A \cdot e^{-Q/RT} = 63,10 \cdot 2,7^{-824,93/1,99 \cdot 500} = 27,67 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

$$K_{m1}^+ = 27,73 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Находим абсолютную и относительную ошибки

$$E_{аб} = |27,67 - 27,73| = 0,06;$$

$$E_{отн} = \frac{|27,67 - 27,73|}{27,67} \cdot 100\% = 0,22\%$$

Самостоятельная работа 1

Образцы исследуемого металла выдерживали τ часов в электрических печах при различных температурах T_1 , T_2 , T_3 . Установить температурную зависимость газовой коррозии окисления металла на воздухе, если известно, что удельное увеличение массы образцов равно Δm^+_1 , Δm^+_2 , Δm^+_3 . Рассчитать абсолютную и относительную ошибки определения.

Таблица 1 - Экспериментальные данные для расчета

№ в/в	Время коррозии τ , час	Температура, $^{\circ}\text{K}$			Удельное увеличение массы, г/м^2		
		T_1	T_2	T_3	Δm^+_1	Δm^+_2	Δm^+_3
1	1,5	530	750	970	20,01	20,98	30,87
2	2,6	420	630	840	10,11	20,09	30,21
3	3,7	370	470	570	30,15	40,21	50,17
4	4,8	520	730	940	35,75	45,61	56,02
5	2,9	272	380	490	22,12	23,10	24,25
6	1,6	300	400	500	15,26	20,36	26,01
7	3,5	450	650	850	34,32	41,20	48,62
8	2,4	570	780	990	38,20	42,25	46,89
9	1,5	550	660	770	40,23	45,36	50,41
10	4,2	500	700	900	9,58	13,54	17,51
11	1,3	350	450	550	16,28	20,65	24,13
12	2,6	300	500	700	17,56	26,22	35,14
13	3,5	510	710	910	25,12	27,36	30,05
14	2,4	430	630	830	18,77	16,89	24,17
15	1,7	380	480	580	19,56	21,89	24,78
16	4,8	272	380	490	15,26	20,36	26,01
17	1,9	300	400	500	34,32	41,20	48,62
18	1,6	450	650	850	12,36	17,56	23,14
19	4,5	570	780	990	15,25	11,36	17,12
20	2,2	550	660	770	16,59	20,88	24,97
21	3,3	500	700	900	14,47	21,32	28,32
22	2,1	350	450	550	17,56	19,32	21,98
23	2,4	300	500	700	15,26	20,36	26,01
24	3,4	510	710	910	34,32	41,20	48,62
25	2,9	430	630	830	10,11	20,09	30,21

Продолжение табл.1

№ в/в	Время коррозии τ , час	Температура, °К			Удельное увеличение мас- сы, г/м ²		
		T ₁	T ₂	T ₃	Δm^+_1	Δm^+_2	Δm^+_3
26	1,7	500	700	900	15,26	20,36	26,01
27	4,8	350	450	550	34,32	41,20	48,62
28	1,9	300	500	700	30,15	40,21	50,17
29	1,6	510	710	910	35,75	45,61	56,02
30	4,5	500	700	900	22,12	23,10	24,25
31	2,2	300	400	500	15,26	20,36	26,01
32	3,3	450	650	850	34,32	41,20	48,62
33	2,2	500	700	900	38,20	42,25	46,89
34	3,3	350	450	550	40,23	45,36	50,41
35	4,2	300	500	700	9,58	13,54	17,51
36	1,3	510	710	910	16,28	20,65	24,13
37	2,6	500	700	900	17,56	26,22	35,14
38	3,5	350	450	550	25,12	27,36	30,05
39	2,4	300	500	700	18,77	16,89	24,17
40	1,7	510	710	910	19,56	21,89	24,78
41	4,8	272	380	490	15,26	20,36	26,01
42	1,9	300	400	500	34,32	41,20	48,62
43	2,2	450	650	850	12,36	17,56	23,14
44	3,3	570	780	990	15,25	11,36	17,12
45	2,1	550	660	770	16,59	20,88	24,97
46	2,4	500	700	900	25,12	27,36	30,05
47	2,1	350	450	550	18,77	16,89	24,17
48	2,4	300	500	700	15,26	20,36	26,01
49	3,4	510	710	910	34,32	41,20	48,62
50	2,9	430	630	830	10,11	20,09	30,21

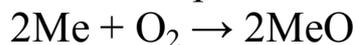
Практическая работа №2

Определение скорости газовой коррозии металлов и сплавов по изменению массы образца

Газовая коррозия наиболее распространенный вид химической коррозии. Это процесс разрушения металлов и сплавов в результате химического взаимодействия с газами при высоких температурах, когда невозможна конденсация влаги на поверхности металла.

Определение коррозионной стойкости материалов по изменению массы образца является простым и наиболее надежным способом, т. к. позволяет непосредственно определить количество металла, разрушающегося под действием коррозии. В зависимости от характера образующихся продуктов коррозии масса образца может уменьшаться и увеличиваться. При высокой адгезии продуктов коррозии с поверхностью металла наблюдается увеличение массы образца. Потеря массы образца наблюдается в тех случаях, когда продукт коррозии удаляется с поверхности металла.

Исследование проводят при периодическом определении изменения массы образца металла, подвешенного на нихромовой проволоке к чашке аналитических весов и находящегося в атмосфере электрической печи, нагретой до заданной температуры. При этом на поверхности металла образуется оксидная пленка – окалина. В процессе газовой коррозии ее толщина увеличивается или за счет новых образований с внешней стороны пленки или за счет возникновения подслоя на внутренней стороне окалины, т. е. непосредственно на поверхности металла. Взаимодействие металла с кислородом в общем случае можно представить в виде уравнения:



Коррозионный прирост массы образца или удельное увеличение массы образца Δm^+ определяется по формуле (1) в г/м^2

$$\Delta m^+ = \frac{m_1 - m_0}{S}, \quad (5)$$

где m_0 – первоначальная масса образца, г;

m_1 – масса образца с окалиной, г;

S – поверхность образца до испытания, м^2 .

Тогда скорость коррозии или положительный показатель изменения массы можно записать в виде уравнения (6)

$$K^+_m = \frac{m_1 - m_0}{S \cdot \tau} = \frac{\Delta m^+}{\tau} \quad (6)$$

где τ – время, час.

Чтобы оксидная пленка обладала защитными свойствами, она должна удовлетворять следующим требованиям: быть сплошной, беспористой; иметь хорошее сцепление с металлом; иметь коэффициент термического расширения, близкий к величине этой характеристики для металла; быть химически инертной по отношению к данной агрессивной среде; обладать твердостью и износостойкостью.

Необходимым условием защитных свойств окалина является ее сплошность, которая зависит от соотношения молекулярного объема окисла, возникающего на поверхности металла, и объема металла, израсходованного на образование этого окисла. Пленка может быть сплошной только в том случае, если это отношение (7) больше единицы

$$\frac{V_{ок}}{V_{Me}} = \frac{M \cdot \rho_{Me}}{m \cdot \rho_{ок} \cdot A}, \quad (7)$$

где $V_{ок}$ – объем 1 моля оксида, $см^3$;

V_{Me} – объем металла, израсходованного на образование 1 моля оксида, $см^3$;

M – молекулярная масса оксида, г;

A – атомная масса металла, г;

$\rho_{ок}$ – плотность оксида, $г/см^3$;

ρ_{Me} – плотность металла, $г/см^3$;

m – число атомов металла в молекуле оксида.

Пример 2. Определить скорость газовой коррозии свинцовой пластинки с геометрическими размерами $a = 3$ см, $b = 2$ см, $v = 0,5$ см по изменению ее массы, если известно, что металл находился в атмосфере электрической печи при температуре 500^0K 1,5 часа. Начальная масса металла 5,5073 г, а после эксперимента стала 5,5684 г. Написать уравнение реакции и сделать вывод о том, является ли оксидная пленка защитной.

Решение: Свинцовая пластинка представляет собой параллелепипед с известными длиной, шириной и высотой ($a = 3$ см, $b = 2$ см, $v = 0,5$ см), тогда поверхность пластинки будет равна

$$S = 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot a \cdot v + 2 \cdot b \cdot v = 2 \cdot 3 \cdot 2 + 2 \cdot 3 \cdot 0,5 + 2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 17 \text{ см}^2 \text{ или } 0,0017 \text{ м}^2.$$

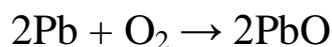
Коррозионный прирост массы образца или удельное увеличение массы образца Δm^+ рассчитываем по формуле

$$\Delta m^+ = \frac{m_1 - m_0}{S} = (5,5684 - 5,5073) / 0,0017 = 35,94 \text{ г/м}^2,$$

Тогда скорость коррозии или положительный показатель изменения массы определяем по формуле

$$K^+_{\text{m}} = \frac{m_1 - m_0}{S \cdot \tau} = (5,5684 - 5,5073) / (0,0017 \cdot 1,5) = 23,96 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{ч)}.$$

Уравнение реакции окисления свинца кислородом воздуха имеет вид:



Пользуясь справочными данными (приложения), рассчитываем объемное отношение для оксида металла по уравнению.

$$\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Me}}} = \frac{M \cdot \rho_{\text{Me}}}{m \cdot \rho_{\text{ок}} \cdot A} = \frac{223,20 \cdot 11,34}{1 \cdot 9,53 \cdot 207,20} = 1,28$$

Оксидная пленка может быть сплошной только в том случае, если это отношение больше единицы.

M – молекулярная масса оксида рассчитывается с использованием значений атомных масс (табл. 4) входящих в него компонентов, а именно:

$$M(\text{PbO}) = A(\text{Pb}) + A(\text{O}) = 207,2 + 16 = 223,2 \text{ г}.$$

Значения плотностей оксида $\rho_{\text{ок}}$ и металла ρ_{Me} выбираем из приложения табл. 5. Число атомов металла m в молекуле оксида PbO равно единице.

Так как $\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Me}}} > 1$, оксидная пленка обладает защитными свой-

ствами.

Самостоятельная работа 2

Определить скорость газовой коррозии металлической пластинки с известными геометрическими размерами **а**, **б**, **в** по изменению ее массы, если известно, что металл находился в атмосфере электрической печи при температуре 500°K **τ** часов. Начальная масса металла **m₀**, а после эксперимента стала **m₁**. Написать уравнение реакции и сделать вывод о том, является ли оксидная пленка защитной.

Таблица 2 - Экспериментальные данные для расчета

№ в/в	Металл	Начальная масса об- разца m₀ , г	Конечная масса об- разца m₁ , г	Время экспери- мента, τ	Линейные раз- меры образца, см		
					а	б	в
1	Fe (III)	188,6400	188,6732	1,7	3,0	5,0	1,6
2	Al (III)	97,8316	97,8902	2,8	6,1	2,2	2,7
3	Cu (I)	122,5910	122,6311	1,9	5,2	3,3	0,8
4	Ti (IV)	121,0228	121,0792	3,6	2,3	6,1	1,9
5	Zr (IV)	227,1360	227,1718	4,5	1,6	8,4	2,6
6	Co (II)	194,0400	194,0915	5,4	4,5	3,5	1,4
7	Mg (II)	27,0605	27,1005	6,7	5,4	3,2	0,9
8	Ni (II)	129,1212	129,1999	2,8	3,1	1,3	3,6
9	Sn (II)	15,7680	15,7903	4,9	1,2	1,2	1,5
10	W (IV)	52,1872	52,2016	1,6	1,3	2,6	0,8
11	Fe (II)	165,0207	165,0607	2,3	1,9	6,5	1,7
12	Cu (II)	144,0182	114,0398	3,2	2,8	1,9	2,4
13	W (VI)	96,4035	96,4503	5,5	3,7	2,7	0,5
14	Mo (VI)	71,9712	71,999	2,6	1,4	1,4	3,6
15	Cd (II)	159,4081	159,4457	1,0	3,0	4,1	1,5
16	Cr (III)	7,9046	7,9333	4,1	2,3	1,2	0,4
17	Mo (IV)	101,6452	101,6904	2,4	1,6	2,3	2,7
18	Zn (II)	129,4839	129,5137	3,5	4,5	3,1	1,3
19	Co (II)	156,6576	156,6723	6,6	8,6	2,3	0,9
20	Mg (II)	15,1589	15,1971	2,9	3,3	1,2	2,2
21	Ni (II)	92,5601	92,5937	1,7	2,5	3,2	1,3
22	Sn (II)	33,4048	33,4538	4,4	3,2	1,3	1,1
23	W (IV)	140,8128	140,8829	5,5	2,4	1,9	1,6
24	Fe (II)	126,7661	126,8522	3,2	1,6	3,6	2,8
25	Cu (I)	67,5108	67,5627	1,8	3,6	3,0	0,7

Продолжение табл. 2

№ в/в	Металл	Начальная масса об- разца m_0 , г	Конечная масса об- разца m_1 , г	Время экспери- мента, τ	Линейные раз- меры образца, см		
					а	б	в
26	Cu (II)	15,1589	15,1971	1,7	4,5	3,5	1,4
27	W (VI)	92,5601	92,5937	2,8	6,1	2,2	2,7
28	Mo (VI)	33,4048	33,4538	4,9	5,2	3,3	0,8
29	Cd (II)	121,0228	121,0792	1,6	2,3	6,1	1,9
30	Cr (III)	227,1360	227,1718	2,3	1,6	8,4	2,6
31	Mo (IV)	194,0400	194,0915	3,2	4,5	3,5	1,4
32	Zn (II)	15,1589	15,1971	5,5	5,4	3,2	0,9
33	Ni (II)	92,5601	92,5937	2,8	3,1	1,3	3,6
34	Sn (II)	15,7680	15,7903	4,9	1,2	1,2	1,5
35	W (IV)	52,1872	52,2016	1,6	1,3	2,6	0,8
36	Fe (II)	165,0207	165,0607	2,3	1,9	6,5	1,7
37	Cu (II)	144,0182	114,0398	3,2	2,8	1,9	2,4
38	W (VI)	188,6400	188,6732	5,5	3,7	2,7	0,5
39	Mo (VI)	97,8316	97,8902	2,6	1,4	1,4	3,6
40	Cd (II)	122,5910	122,6311	1,0	3,0	4,1	1,5
41	Cr (III)	121,0228	121,0792	4,1	2,3	1,2	0,4
42	Mo (IV)	227,1360	227,1718	2,4	4,5	3,5	1,4
43	Zn (II)	188,6400	188,6732	3,5	5,4	3,2	0,9
44	Co (II)	97,8316	97,8902	6,6	3,1	1,3	3,6
45	Mg (II)	15,1589	15,1971	2,9	1,2	1,2	1,5
46	Ni (II)	92,5601	92,5937	1,7	2,5	3,2	1,3
47	Sn (II)	33,4048	33,4538	4,4	3,2	1,3	1,1
48	W (IV)	140,8128	140,8829	5,5	2,4	1,9	1,6
49	Fe (II)	126,7661	126,8522	3,2	1,6	3,6	2,8
50	Cu (I)	67,5108	67,5627	1,8	3,6	3,0	0,7

Практическая работа №3

Графическое построение исследуемых показателей

Необходимость построения графиков возникла тогда, когда появилась необходимость более наглядно показывать, что происходит с тем или иным показателем. Графики наиболее удобочитаемые и наглядные средства сравнения, ими пользуются широко в научных исследованиях.

Основные элементы графика – поле графика, геометрические знаки, масштабные ориентиры и экспликация графика.

Основная цель практической работы – это изучение данных показателей (железнодорожный, автомобильный, трамвайный и троллейбусный) их изменение в зависимости от данных периодов, отображение полученных данных с помощью различных видов графиков (представлять на миллиметровой бумаге), изучение показателей по отдельности и по общим результатам.

Пример 3. Представить показатели по перевозке пассажиров различными видами транспорта в графическом виде, построить линейные графики, столбиковые, ленточные и секторные диаграммы.

Таблица 3 - Перевозки пассажиров по видам транспорта (в млн. чел.),

<i>Показатели</i>	<i>Периоды</i>					
	2009	2010	2011	2012	2013	итого
Железнодорожный	2372	2324	2062	1833	1418	10009
Автомобильный	24874	24124	23438	22817	23185	118438
Трамвайный	8071	8125	7644	7564	7518	38922
Троллейбусный	8619	9102	8751	8547	8783	43802
<i>Всего</i>	43936	43675	41895	40761	40904	211171

Линейные графики наиболее распространенные из всех типов. Используется прямоугольная система координат, где на оси абсцисс откладываются периоды, а на оси ординат – уровни динамического ряда (рисунок 3)

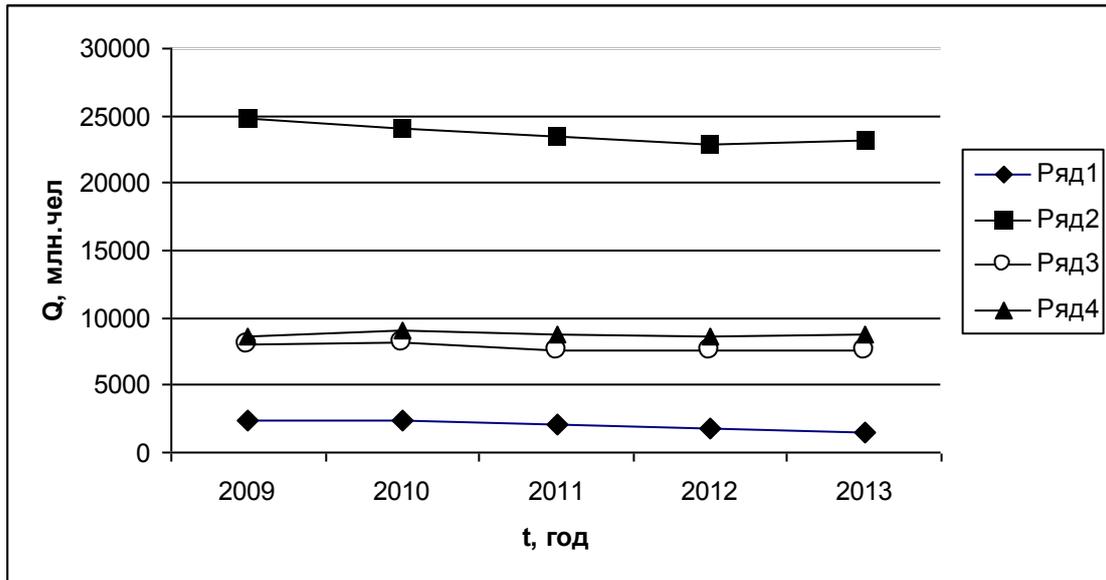


Рисунок 3 - Линейные графики

Столбиковые диаграммы используются для наглядного сравнения объемов изучаемых явлений во времени и пространстве, а также для отображения структуры явлений (рисунок 4)

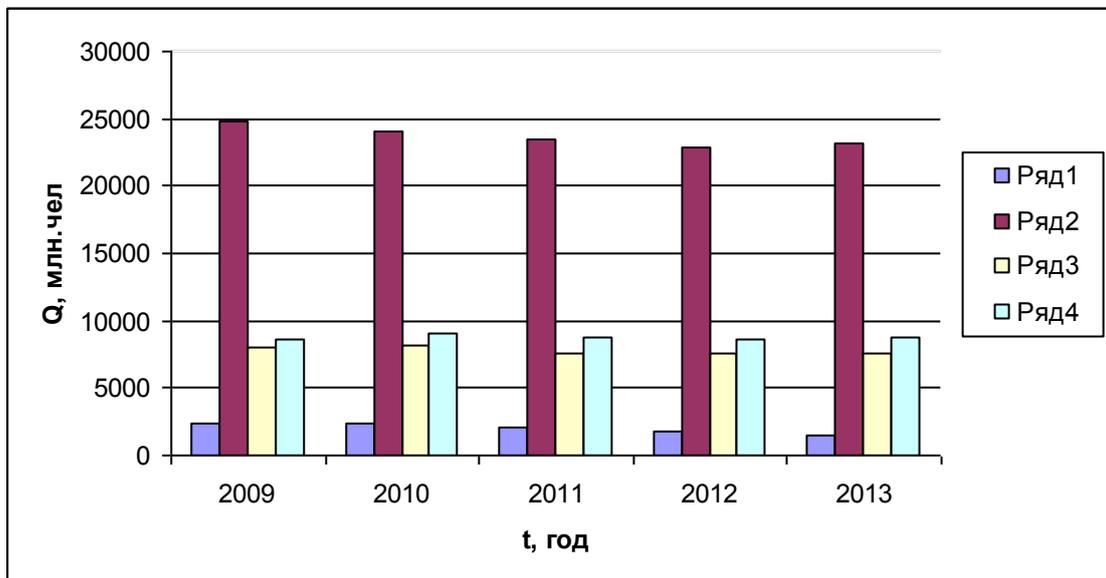


Рисунок 4 – Столбиковые диаграммы

Если основания столбиковых диаграмм разместить по оси ординат, а значения уровней по оси абсцисс, то получим ленточные диаграммы (рисунок 5)

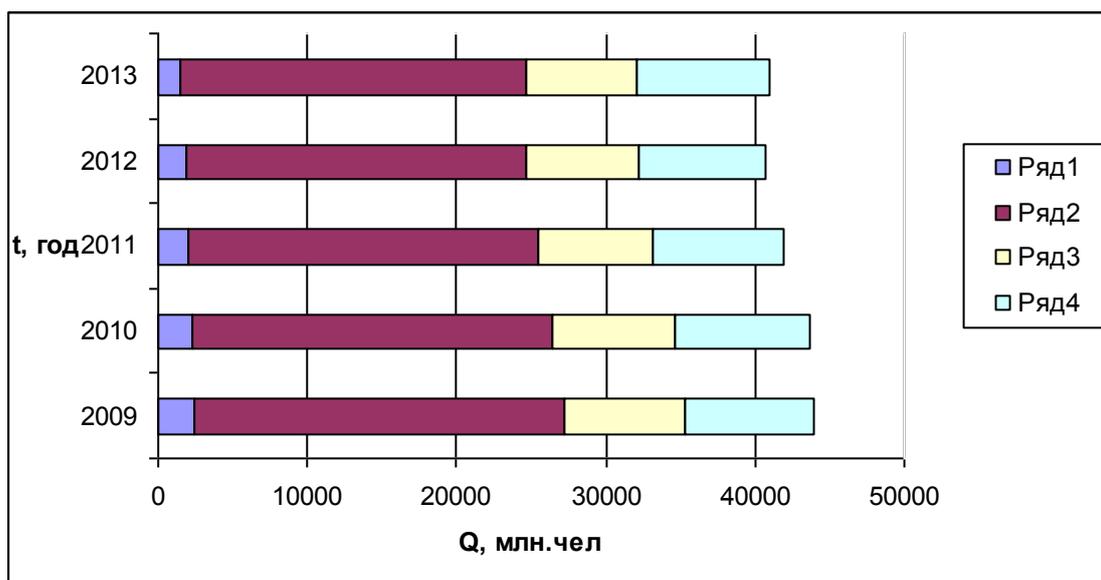


Рисунок 5 – Ленточные диаграммы

Секторные диаграммы представляют собой круг, разделенный на секторы. Применяются для изображения структуры. Площадь всего круга 100 %. Площадь каждого сектора характеризует часть целого и соответствует удельному весу этой части в целом (рисунок 6)

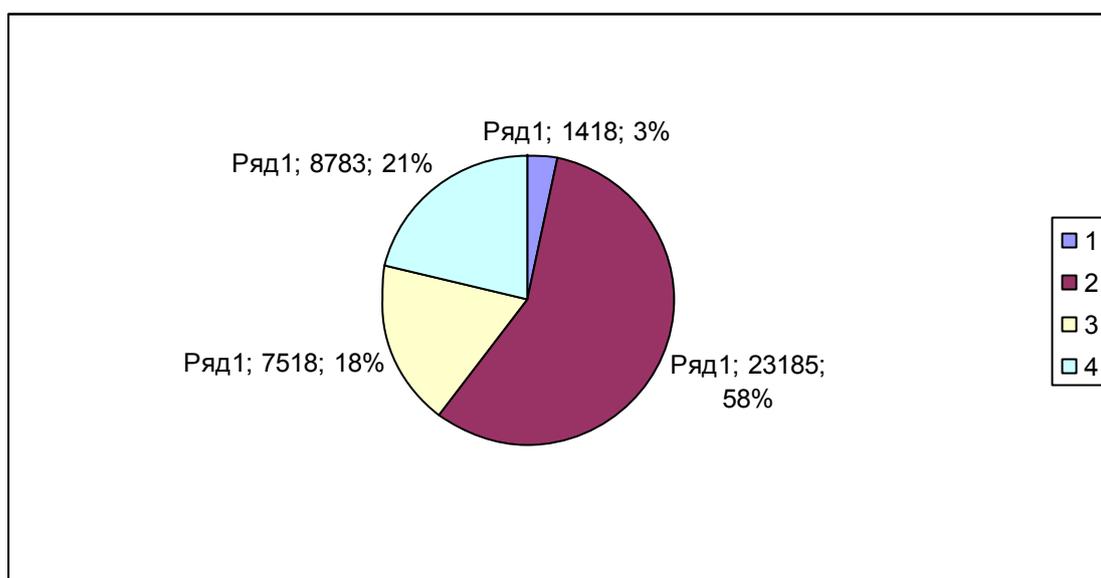


Рисунок 6 – Секторная диаграмма за 2013 год

Практическая работа №4

Определение закона распределения показателей надежности по результатам испытаний

Во многих случаях испытания на надежность необходимо проводить до разрушения. Поэтому испытывают не все изделия, а небольшую их часть, называемую выборкой.

Доверительной вероятностью (достоверностью) называют вероятность того, что истинное значение оцениваемого параметра или числовой характеристики лежит в заданном интервале, называемом доверительным.

Доверительный интервал для вероятности P ограничен нижней P_n и верхней P_v доверительными границами.

На практике основной интерес представляет односторонняя вероятность, что числовая характеристика не меньше нижней или не выше верхней границы. Первое условие относится к вероятности безотказной работы и средней наработке на отказ, второе – к среднему времени восстановления. Например, для вероятности безотказной работы условие имеет вид (8):

$$\text{Вер}(P_n \leq P) = \alpha. \quad (8)$$

Наиболее распространен случай, когда объем выборки меньше десятой части генеральной совокупности. В этом случае для оценки нижней и верхней границ вероятности безотказной работы используют биномиальное распределение. При испытаниях n изделий доверительную вероятность выхода на каждую из границ принимают равной вероятности в одном случае не более m отказов, в другом случае не менее m отказов:

$$\sum_{i=0}^m \frac{n!}{i!(n-i)!} \cdot (1-P_n)^i P_n^{n-i} = 1 - \alpha; \quad (9)$$

$$\sum_{i=m}^n \frac{n!}{i!(n-i)!} \cdot (1-P_v)^i P_v^{n-i} = 1 - \alpha. \quad (10)$$

В случае безотказных испытаний из формулы при $m = 0$ следует, что P_n связано с доверительной вероятностью и числом испытанных изделий выражением (11):

$$P_n = \sqrt[n]{1 - \alpha}. \quad (11)$$

При больших значениях n и m формулами (9) и (10) неудобно пользоваться. В этом случае прибегают к приближенным вычислениям. Вычисления нижней и верхней границ можно представить в виде уравнений (12) и (13):

$$P_H = P^* + U_\alpha \sqrt{\frac{P^*(1-P^*)}{n}}, \quad (12)$$

$$P_B = P^* - U_\alpha \sqrt{\frac{P^*(1-P^*)}{n}}. \quad (13)$$

где U_α – квантиль нормального распределения, соответствующая выбранной доверительной вероятности α ;

$P^* = (n - m)/n$ – частота сохранения работоспособности.

Приближение нормальным распределением используют, если выполняются два условия: $n \cdot P^* > 10$ и $n \cdot (1 - P^*) > 10$.

Требуемый объем выборки n определяется, если требуемая вероятность безотказной работы равна P^* , заданы доверительный интервал $d = P_B - P_H$ и односторонняя доверительная вероятность α . Предполагаем применимость нормального распределения, тогда объем выборки вычисляется по уравнению (14):

$$n = \frac{4 \cdot U_\alpha^2 P^* (1 - P^*)}{d^2}. \quad (14)$$

Пример 4. Определить требуемый объем выборки n , если требуемая вероятность безотказной работы равна $P^* = 0,8$, доверительный интервал ограничен нижней $P_H = 0,73$ и верхней $P_B = 0,87$ доверительными границами и односторонняя доверительная вероятность $\alpha = 0,95$.

Решение:

Для определения требуемого объема выборки воспользуемся уравнением (14), предварительно рассчитаем доверительный интервал:

$$d = P_B - P_H = 0,87 - 0,73 = 0,14.$$

Далее используя таблицу 4, определяем по заданной доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ квантиль $U_\alpha = -1,64$. Получаем:

$$n = \frac{4 \cdot U_\alpha^2 P^* (1 - P^*)}{d^2} = \frac{4 \cdot (-1,64)^2 \cdot 0,8(1 - 0,8)}{0,14^2} = 87,8 \approx 87$$

В таблице 4 приведены непосредственно значения вероятностей безотказной работы $P(t)$ в зависимости от $\chi = U_\alpha$ в употребительном диапазоне.

Таблица 4 - Нормальное распределение

Квантиль, U_α	Вероятность безотказной работы, $P(t)$	Квантиль, U_α	Вероятность безотказной работы, $P(t)$
0,000	0,5000	-1,751	0,96
-0,1	0,5398	-1,8	0,9641
-0,126	0,55	-1,881	0,97
-0,2	0,5793	-2,0	0,9772
-0,253	0,60	-2,054	0,98
-0,3	0,6179	-2,1	0,9821
-0,385	0,65	-2,170	0,985
-0,4	0,6554	-2,2	0,9861
-0,5	0,6915	-2,3	0,9893
-0,524	0,70	-2,326	0,99
-0,6	0,7257	-2,4	0,9918
-0,674	0,75	-2,409	0,992
-0,7	0,7580	-2,5	0,9938
-0,8	0,7881	-2,576	0,995
-0,842	0,80	-2,6	0,9953
-0,9	0,8159	-2,652	0,996
-1,0	0,8413	-2,7	0,9965
-1,036	0,85	-2,748	0,997
-1,1	0,8643	-2,8	0,9974
-1,2	0,8849	-2,878	0,998
-1,282	0,90	-2,9	0,9981
-1,3	0,9032	-3,0	0,9986
-1,4	0,9192	-3,090	0,999
-1,5	0,9332	-3,291	0,9995
-1,6	0,9452	-3,5	0,9998
-1,645	0,95	-3,719	0,9999
-1,7	0,9554		

Самостоятельная работа 3

Определить требуемый объем выборки n , если требуемая вероятность безотказной работы равна P^* , доверительный интервал ограничен нижней P_H и верхней P_B доверительными границами и односторонняя доверительная вероятность α .

Таблица 5- Данные для расчета

№ в/в	Вероят- ность безот- казной работы P^* , %	Довери- тельный интер- вал, %		Односторон- няя довери- тельная ве- роятность α , %	№ в/в	Вероят- ность безот- казной работы P^* , %	Довери- тельный интер- вал, %		Односторон- няя довери- тельная ве- роятность α , %
		P_B	P_H				P_B	P_H	
1	79	83	64	80,00	26	88	90	77	96,00
2	76	80	60	81,59	27	89	92	68	96,41
3	80	82	73	84,13	28	86	96	69	97,00
4	77	80	60	85,00	29	84	95	67	97,72
5	80	85	64	86,43	30	82	93	66	98,00
6	73	84	55	88,49	31	83	96	65	98,21
7	82	89	70	90,00	32	81	94	64	98,5
8	85	88	63	90,32	33	87	95	63	98,61
9	71	87	55	91,92	34	89	97	62	98,93
10	72	89	60	93,32	35	79	96	61	99,00
11	73	92	58	94,52	36	76	89	59	99,18
12	74	89	58	95,00	37	85	87	58	99,2
13	85	94	64	95,54	38	84	90	57	99,38
14	70	83	49	84,13	39	86	94	56	99,5
15	81	90	55	96,00	40	87	96	55	99,53
16	83	92	60	96,41	41	89	97	54	99,6
17	84	90	56	97,00	42	82	96	53	99,65
18	85	95	73	97,72	43	83	92	52	99,7
19	89	97	80	98,00	44	84	93	54	99,74
20	87	97	73	98,21	45	87	94	57	99,8
21	86	92	55	98,5	46	79	97	65	99,81
22	88	96	63	98,61	47	78	98	68	99,86
23	85	94	69	98,93	48	76	94	62	99,9
24	86	96	64	97,72	49	77	97	54	99,38
25	87	83	50	99,74	50	78	96	65	96,00

Практическая работа №5

Статистика перевозок грузов и пассажиров

Статистика автомобильного транспорта - отрасль экономической статистики. Объект ее изучения - автомобильный транспорт, т.е. совокупность предприятий любой формы собственности, производственный процесс которых заключается и перемещении грузов и пассажиров. Для осуществления транспортного процесса используется подвижной состав с учетом специализации и вида перевозки, средства механизации погрузо-разгрузочных работ, технические средства связи, обеспечивающие руководство и контроль за работой подвижного состава на линии.

Целью данной практической работы является изучение статистики автомобильного транспорта. В это входит статистическое наблюдение на автомобильном транспорте, статистика автомобильных перевозок, статистика производства и реализации продукции промышленных предприятий автомобильного транспорта.

Пример 5. Провести статистическую оценку объемов перевозок грузов автотранспортным предприятиям

Таблица 6 - Среднемесячные объёмы перевозок грузов автотранспортным предприятием по годам, т.

Показатель	Среднемесячный объём перевозок грузов, т		
	2009год	2010год	2011год
Январь	42936	44247	46242
Февраль	45631	45423	44810
Март	46839	45678	43111
Апрель	48115	47936	45827
Май	47816	50019	49682
Июнь	49424	50120	52119
Июль	53829	53423	54723
Август	57917	58974	59475
Сентябрь	59600	62429	60197
Октябрь	54128	50937	56815
Ноябрь	46200	45639	45637
Декабрь	49180	45112	44438
ИТОГО	601615	599937	603076

Определим средние годовые показатели динамики перевозки грузов:

Объем перевозок:

$$\bar{y} = \frac{601615 + 599937 + 603076}{3} = 601542,7 \text{ тыс. т.}$$

Абсолютный прирост:

$$\bar{\Delta} = \frac{603076 - 601615}{3 - 1} = 730,5 \text{ тыс. т.}$$

Темп роста:

$$\bar{T} = \sqrt{\frac{603076}{601615}} \cdot 100 = 1,001 \cdot 100 = 100,1 \%$$

Темп прироста:

$$\bar{T}_n = 100,1 - 100 = 0,1\%$$

Величина 1 % прироста:

$$\bar{A} = \frac{730,5}{0,1} = 7305 \text{ т.}$$

Определяем среднесуточный объём перевозок:

$$Q_{\text{сут } ij} = Q_{\text{мес } ij} / D_{\text{к } ij} = 42936 / 31 = 1385$$

Таблица 7 - Среднесуточный объём перевозок грузов АТП по годам, т

Месяц	Кол-во дней в месяце	Среднесуточный объём перевозок грузов, т			Y _i
		2009год	2010год	2011год	
Январь	31	1385	1427	1492	1435
Февраль	28	1630	1622	1600	1617
Март	31	1511	1473	1391	1458
Апрель	30	1604	1598	1528	1576
Май	31	1542	1614	1603	1586
Июнь	30	1647	1671	1737	1685
Июль	31	1736	1723	1765	1742
Август	31	1868	1902	1919	1896
Сентябрь	30	1987	2081	2007	2025
Октябрь	31	1746	1643	1833	1741
Ноябрь	30	1540	1521	1521	1528
Декабрь	31	1586	1455	1433	1492

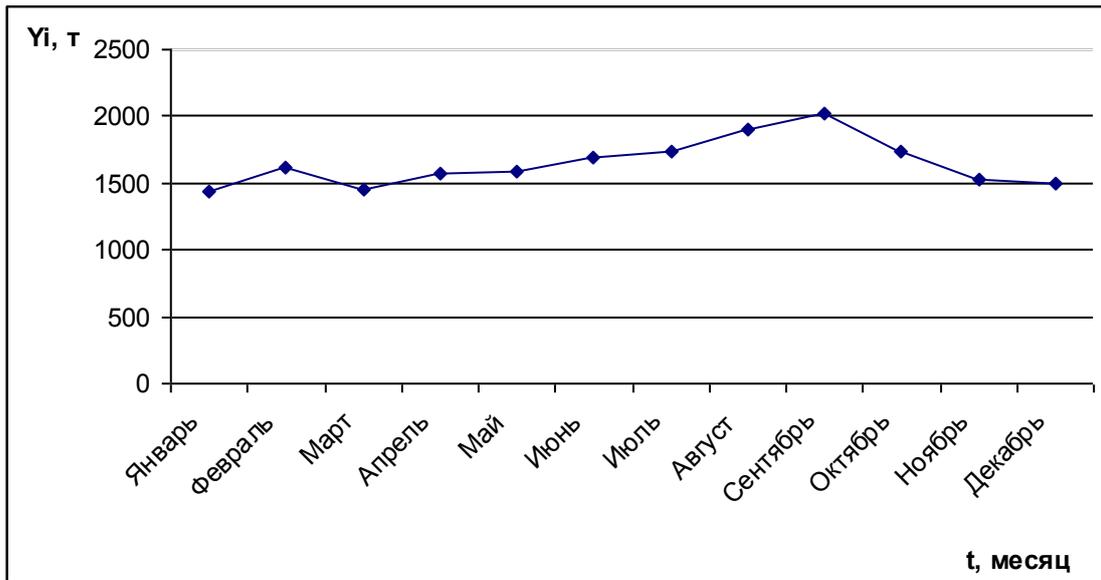


Рисунок 7 -Динамика среднесуточный объёма перевозок грузов АТП по месяц

$$Y_0 = \frac{(1435 \cdot 31) + (1617 \cdot 28) + (1458 \cdot 31) + (1576 \cdot 30) + (1586 \cdot 31) + (1685 \cdot 30) + (1742 \cdot 31) + (1896 \cdot 31) + (2025 \cdot 30) + (1741 \cdot 31) + (1528 \cdot 30) + (1492 \cdot 31)}{365} = \frac{44485 + 45276 + 45198 + 47280 + 49166 + 5055 + 54002 + 58776 + 60750 + 53971 + 45840 + 46252}{365} = \frac{556051}{365} = 1523$$

$$\text{Индекс сезонности } (Y_i / Y_0) \cdot 100 = 1435 / 1523 = 0,94 \cdot 100 = 94$$

Таблица 8- Значения индексов сезонности

Месяц	Индекс сезонности Y_i / Y_0
Январь	94
Февраль	106
Март	96
Апрель	103
Май	104
Июнь	111
Июль	114
Август	124
Сентябрь	133
Октябрь	114
Ноябрь	100
Декабрь	98

Далее строим график сезонной волны

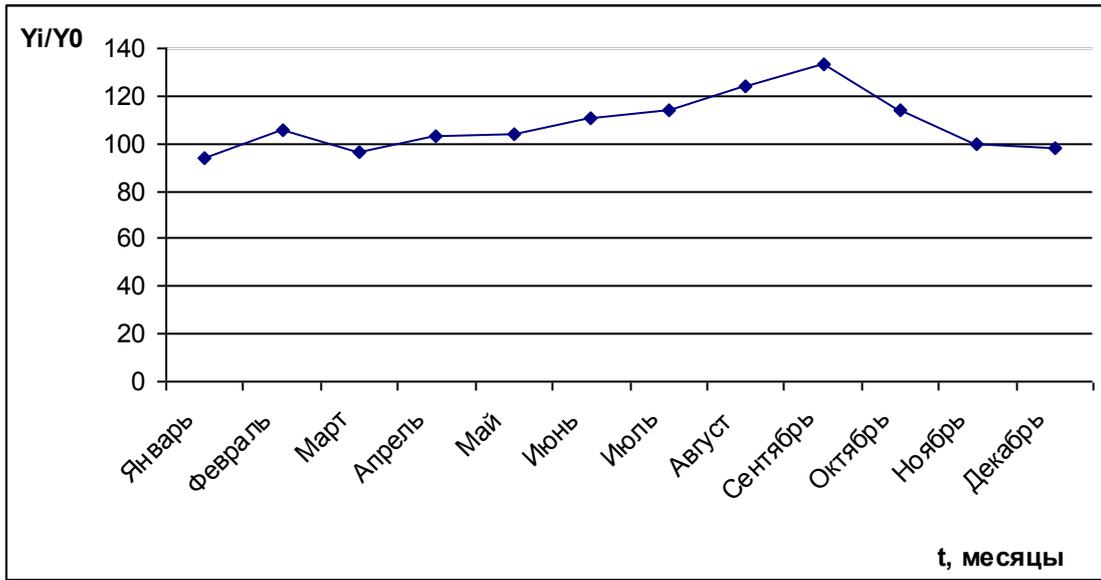


Рисунок 8 –График сезонной волны

Практическая работа №6

Статистическое изучение показателей транспортных предприятий

Группировка - центральное звено статистической сводки, заключающееся в разделении единиц изучаемого общественного явления на группы и подгруппы по существенным признакам. При выборе признаков учитываются общие теоретические соображения, и особенности развития явления в конкретных условиях времени и места. С помощью аналитических группировок исследуются взаимосвязи варьирующих признаков в пределах однородной совокупности.

Пример 6. примером аналитической группировки может служить группировка автотранспортных предприятий по уровню производительности труда для выявления влияния ее на себестоимость перевозок, а также группировка водителей по уровню квалификации и проценту выполнения норм выработки для выявления их влияния на размер заработной платы.

Таблица 9-Средние данные о численности и выработке работников АТП

№№ АТП	Среднесписочная численность, N чел	Доходы АТП, тыс.руб, D	Объём перевезённого груза, тыс.т. Q
1	1025	10342	4203
2	742	17370	1336
3	924	12705	1617
4	842	21404	2745
5	325	4381	1170
6	720	19159	1656
7	329	13752	576
8	415	15583	913
9	510	16391	2101
10	412	14123	783
11	811	29683	2936
12	1120	17618	3550
13	755	22205	2907
14	538	15489	1458
15	428	15887	1254

Продолжение таблицы 9

16	690	17788	1773
17	623	10853	1944
18	821	24671	1626
19	920	11537	2162
20	932	11277	4073
21	479	8315	1557
22	542	9350	1556
23	475	14046	765
24	825	11014	3259

Количество групп по численности равно 5.

Величину равного интервала (1) исчисляют по формуле

$$i = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{m},$$

где X_{\max} , X_{\min} - соответственно наибольшее и наименьшее значение признака в изучаемой совокупности;

m - принятое число групп.

$$i = (1120 - 325) / 5 = 159$$

Таблица 10-Распределение АТП по среднесписочной численности персонала

Группы по численности	Кол-во АТП	Номера АТП	N, чел в гр	ΣD , тыс.руб	D, тыс.руб	ΣQ тыс.т	Q, тыс.т
1(325-484)ч.	7	5,7,10,8,1 5,23,21	2863	86087	30	7018	2
2 (484-643)ч.	4	9,14,22,17	2213	52083	24	7059	3
3 (643-802)ч.	4	16,6,2,13	2907	76522	26	7672	3
4 (802-961)ч.	7	11,18,24,4 ,19,3,20	6075	122291	20	18418	3
5 (961-1120) ч.	2	1,12	2145	27960	13	7753	4
ИТОГО	24			364943		47920	

1 столбик. 325 +159 = 484; 484+159 = 643..... и т. д.

2 столбик и 3 столбик. Из интервала численности выбрать кол-во и

номер АТП соответственно.

4 столбик. Просуммировать среднесписочную численность человек из выбранных АТП.

5 столбик. Просуммировать доходы по выбранным АТП.

6 столбик. $\sum D / N = 86087 / 2863 = 30$

7 столбик. Просуммировать объемы перевезенного груза по выбранным АТП.

8 столбик. $\sum Q / N = 7018 / 2863 = 2.$

На основании таблицы 10 строим Гистограмму и полигон распределения АТП по среднесписочной численности

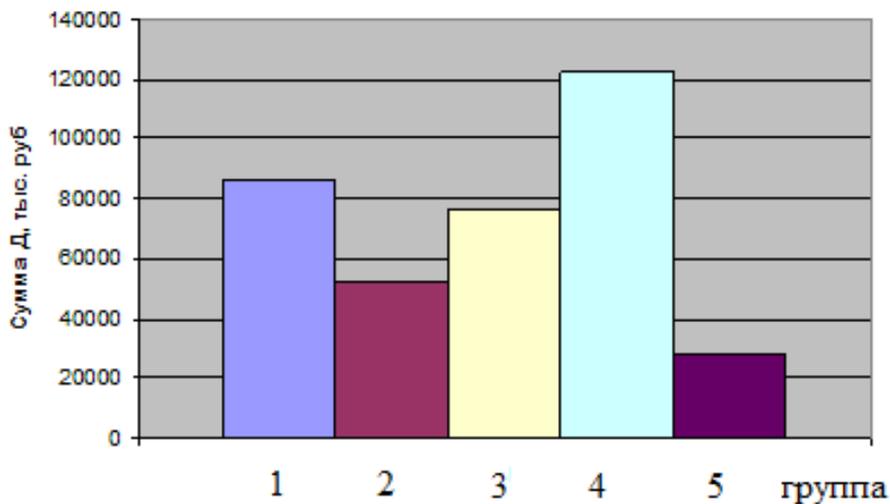


Рисунок 9 – Гистограмма распределения АТП по среднесписочной численности

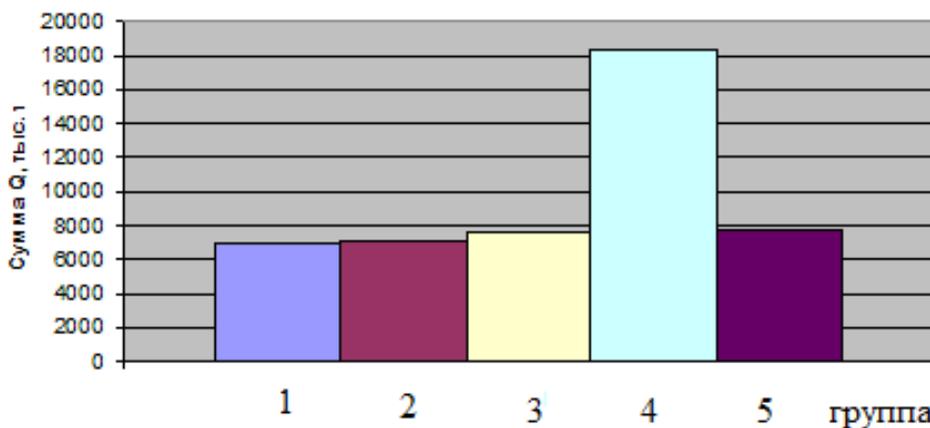


Рисунок 10 – Полигон распределения АТП по среднесписочной численности

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 11 -Периодическая система элементов Д. И. Менделеева

		Группы элементов											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
П Е Р И О Д Ы	1							1 H 1,0				1	Р Я Д Ы
	2	3 Li 6,9	4 Be 9,0	5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0				2	
	3	11 Na 22,9	12 Mg 24,3	13 Al 26,9	14 Si 28,1	15 P 30,9	16 S 32,1	17 Cl 35,5				3	
	4	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,1	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,9	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	4	
		29 Cu 63,6	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 78,9	35 Br 79,9				5	
	5	37 Rb 85,4	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 99,0	44 Ru 101,7	45 Rh 102,9	46 Pd 106,7	6	
		47 Ag 107,8	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9				7	
	6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,4	57 La 138,9	72 Hf 178,6	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,3	76 Os 190,2	77 Ir 193,1	78 Pt 195,2	8	
		79 Au 197,2	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po 210,0	85 At 211,0				9	
	7	87 Fr 223,0	88 Ra 226,1	89 Ac 227,0	90 Th 232,1	91 Pa 231,0	92 U 238,1					10	

37 Rb 85,4	→	Атомный номер
	→	Атомная масса

Таблица 12 -Плотность элементов и их оксидов

<i>Формула</i>	<i>Плотность ρ, г/см³</i>	<i>Формула</i>	<i>Плотность ρ, г/см³</i>	<i>Формула</i>	<i>Плотность ρ, г/см³</i>
Al	2,70	Pb	11,34	Mo	10,23
Al₂O₃	4,00	PbO	9,53	MoO₂	6,47
Co	8,80	Zr	6,50	MoO₃	4,60
CoO	6,20	ZrO₂	5,73	Cd	8,64
Fe	7,86	Mg	1,74	CdO	8,15
FeO	5,7	MgO	3,58	Cr	7,16
Fe₂O₃	5,24	Ni	8,90	Cr₂O₃	5,21
Cu	8,93	NiO	7,45	Zn	7,14
Cu₂O	6,00	Sn	7,30	ZnO	5,60
CuO	6,4	SnO	6,45		
Ti	4,54	W	19,30		
TiO₂	4,26	WO₃	7,16		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований [Текст] : учебное пособие. - 3-е изд. - М. : Дашков и К, 2009. - 244 с. - ISBN 978-5-394-00392-9.

2. Черный А.А. Основы изобретательства и научных исследований: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. - 253 с. .*

3. Дрейзин В. Э. Основы научных исследований и инженерного творчества : учебное пособие : в 4 кн. Кн. 2 : Математическая обработка экспериментальных данных и построение по ним математических моделей объектов. - Курск : КурскГТУ, 2005. - 173 с. : ил. - ISBN 5-7681-0231-0.

4. Дрейзин В. Э. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст] : учебное пособие : в 4 кн. Кн. 1 : Методология научных исследований. - Курск : КурскГТУ, 2005. - 174 с.

5. Дрейзин В. Э. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст] : учебное пособие : в 4 кн. Кн. 4 : Анализ технических объектов и решений, методы интенсификации инженерного творчества. - Курск : КурскГТУ, 2005. - 259 с.

6. Кузнецова Л. П. Основы научных исследований: методические указания по выполнению контрольной работы для студентов направлений 190600.62, 190700.62 очной и заочной форм обучения/ Юго-Зап. Гос. ун-т; сост.: Л.П. Кузнецова Курск, 2013. 32 с.: ил. 10, табл. 12, прилож. 1. Библиогр.: 5.: с. 32.