

Министерство образования и науки Российской Федерации

БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

А.И. Купреенко

ОСНОВЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания  
к самостоятельной работе студентов, обучающихся по  
направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Брянская область, 2018

УДК 69.162.2.012  
К92

Купреенко А.И. Основы научно-исследовательской деятельности. Методические указания к самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика // Брянск. Издательство Брянского ГАУ, 2018 -24 с.

Методические указания содержат задания для самостоятельной работы по дисциплине «Основы научно-исследовательской деятельности», а также пример выполнения задания по корреляционно-регрессионному анализу результатов экспериментальных исследований. Предназначены для студентов направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика очной и заочной форм обучения.

Рецензент: к.э.н., зав. кафедрой ИСиТ Н.Д. Ульянова

© Купреенко А.И., 2018  
© Брянский ГАУ, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Задания для самостоятельной работы.....	4
Пример корреляционно-регрессионного анализа результатов экспериментальных исследований.....	9
Тестовые задания .....	11
Список литературы .....	14

Представленные материалы имеют целью формирование компетенций и освоение обучающимися видов профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратура).

# ЗАДАНИЯ

## ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Пример выполнения задания

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.

Решение

$N=k^n = 2^3=8$ , где

$N$ –количество опытов;

$k$  – число уровней варьирования факторов;

$n$  – число факторов.

N	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	10	11	110	$y_1$
2	5	11	55	$y_3$
3	10	12	120	$y_4$
4	5	12	60	$y_5$
5	10	11	110	$y_6$
6	5	11	55	$y_7$
7	10	12	120	$y_8$
8	5	12	60	$y_9$

где

$x_1, x_2, x_3$  – факторы, где  $x_3=x_1 \cdot x_2$ .

$y$ –выходное значение (отклик).

$$x_{1\max}=10$$

$$x_{2\max}=12$$

$$x_{3\max}=120$$

$$x_{1\min}=5$$

$$x_{2\min}=11$$

$$x_{3\min}=55$$

### ЗАДАНИЕ № 1

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	20	19	21	20	24	17	27	23	29	30
Y	10	8	13	11	15	6	20	14	22	24

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 2

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	40	60	55	70	60	85	90	78	100	80
Y	30	55	45	70	60	90	93	80	110	88

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 3

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	1	2	5	3	2	4	6	4	7	8
Y	0,2	0,4	0,8	0,5	0,5	0,4	1,0	0,5	1,2	1,4

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 4

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	1	2	5	3	2	4	6	4	7	8
Y	0,5	0,8	2,0	1,2	1,0	1,5	2,3	1,3	2,5	3,1

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и

адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 5

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	23,8	25,3	32,0	38,0	38,8	41,4	40,2	39,0	42,0	41,4
Y	24,0	25,1	29,0	36,0	36,7	37,3	38,1	38,7	39,4	40,0

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 6

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	23,8	25,3	32,0	38,0	38,8	41,4	40,2	39,0	42,0	41,4
Y	0,3	0,4	0,6	0,8	0,7	0,9	1,0	0,8	1,1	1,0

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной

корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

### ЗАДАНИЕ № 7

1. Составить матрицу планирования эксперимента типа  $2^3$  по теме научных исследований.
2. Методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором  $X$  и откликом  $Y$ :

X	50	70	45	80	60	75	80	88	90	90
Y	40	55	45	80	60	90	93	80	110	88

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость  $Y$  от  $X$ . Оценить степень тесноты указанной корреляционной зависимости, а также качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

## Пример корреляционно-регрессионного анализа результатов экспериментальных исследований

Задача: методом корреляционно-регрессионного анализа исследовать корреляционную зависимость между фактором X и откликом Y:

X	12.0	9.0	8.75	16.6	16.25	12.5	16.25	16.9	15.0	10.6
Y	9.9	7.76	7.29	13.8	11.9	9.19	13.19	13.2	12.5	8.83

Установить форму и найти приближенное уравнение регрессии, характеризующее корреляционную зависимость, а так же качество и адекватность выборочным данным построенного приближенного уравнения регрессии.

Решение.

1. Оформим исходные данные в таблицу с упорядоченными по возрастанию вариантами  $x_i$  и вариантами  $y_i$  (значениями Y):

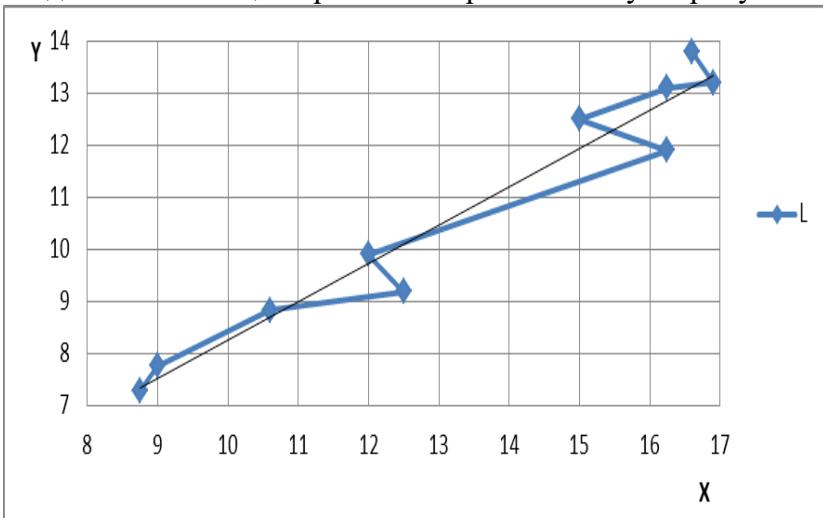
X \ Y	8.75	9.0	10.6	12.0	12.5	15.0	16.25	16.6	16.9	$m_i = \sum_{j=1}^n n_{ij}$
7.29	1									1
7.76		1								1
8.83			1							1
9.19					1					1
9.9				1						1
11.9							1			1
12.5						1				1
13.1							1			1
13.2								1		1
13.8								1		1
$n = \sum_{i=1}^m n_{ij}$	1	1	1	1	1	1	2	1	1	N=10
$\bar{y}_{x_i}$	7.29	7.76	8.83	9.9	9.19	12.5	12.5	13.8	13.2	

2. Находим для каждого  $x_i$  условную среднюю  $\bar{y}_{x_i}$  по формуле:

$$\bar{y}_{x_i} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^m y_j n_{ij};$$

$$\begin{aligned} \bar{y}_{x_1} &= 7.29; \bar{y}_{x_2} = 7.76; \bar{y}_{x_4} = 8.83; \bar{y}_{x_5} = 9.9; \\ \bar{y}_{x_6} &= 9.19; \bar{y}_{x_7} = 12.5; \bar{y}_{x_8} = 12.5; \bar{y}_{x_9} = 13.8; \\ \bar{y}_{10} &= 13.2 \end{aligned}$$

По данным таблицы строим экспериментальную кривую.



3. Сглаживающее уравнение регрессии  $\bar{y}^* = f^*(x)$  величины  $Y$  на величину  $X$  будем искать в виде уравнения прямой:

$$\bar{y}^* = kx + b.$$

Коэффициенты  $k$  и  $b$  этого уравнения находятся по формулам:

$$k = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}; b = \bar{y} - k \cdot \bar{x},$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i n_i - \text{среднее выборочное значение признака } X;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m y_j m_j - \text{среднее выборочное значение признака } Y;$$

$$\overline{x^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i^2 n_i - \text{среднее выборочное значение } X^2;$$

$$\overline{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i y_j n_{ij} - \text{среднее выборочное значение произведения } XY.$$

В нашей задаче  $n=9$  – количество различных вариантов  $x_i$ ;  $m=10$  – количество вариантов  $y_j$ ;  $N=10$  – количество объектов выборки. Используя эти формулы и данные корреляционной таблицы, получаем:

$$\bar{y} = \frac{1}{10} (7.29 * 1 + 7.76 * 1 + 8.83 * 1 + 9.9 * 1 + 9.19 * 1 + 13.1 * 1 + 12.5 * 1 + 13.8 * 1 + 11.9 * 1 + 13.2 * 1) = 10.7;$$

$$\bar{x} = \frac{1}{10} (8.75 * 1 + 9 * 1 + 10.6 * 1 + 12 * 1 + 12.5 * 1 + 15 * 1 + 16.6 * 1 + 16.25 * 2 + 16.9 * 1) = 13.39.$$

$$\overline{x^2} = \frac{1}{10} (8.75^2 + 9^2 * 1 + 10.6^2 * 1 + 12^2 * 1 + 12.5^2 * 1 + 15^2 * 1 + 16.6^2 * 1 + 16.25^2 * 2 + 16.9^2 * 1) = 188.45;$$

$$\overline{xy} = \frac{1}{10} (7.29 * 8.75 * 1 + 7.76 * 9 * 1 + 8.83 * 10.6 * 1 + 9.9 * 12 * 1 + 9.19 * 12.5 * 1 + 13.1 * 16.25 * 1 + 12.5 * 15 * 1 + 13.8 * 16.6 * 1 + 11.9 * 16.25 * 1 + 13.2 * 16.9 * 1) = 150.68;$$

$$k = \frac{150.68 - 10.7 * 13.39}{188.45 - 13.9^2} = 0.74; b = 10.7 - 0.73 * 13.39 = 0.9;$$

Таким образом, искомое уравнение  $\bar{y}^* = kx + b$  прямой, сглаживающей выборочную ломаную регрессии, имеет вид:

$$\bar{y}^* = 0,73x + 0,9.$$

Посчитаем по этому уравнению сглаживающие (теоретические) средние  $\bar{y}_{x_i}^*$ , и сравним их с реальными выборочными средними  $\bar{y}_{x_i}$

$x_i$	8,75	9,0	10,6	12,0	12,5	15,0	16,25	16,6	16,9
$n_i$	1	1	1	1	1	1	2	1	1
$\bar{y}_{x_i}$ (выб.)	7,29	7,76	8,83	9,9	9,19	12,5	12,5	13,8	13,2
$\bar{y}_{x_i}^*$ (теор.)	7,33	7,52	8,69	10,09	9,73	12,85	12,4	13,33	13,11

Контроль:

$$1) \left( \sum_{i=1}^n \bar{y}_{x_i} * n_i \right) / N = \bar{y} \quad 2) \left( \sum_{i=1}^n \bar{y}_{x_i}^* * n_i \right) / N = \bar{y}$$

1) 10.7=10.7                      2) 10.7=10.7

Построим по точкам с координатами  $(x_i; \bar{y}_{x_i}^*)$  выравнивающую (сглаживающую) прямую регрессии. Эта прямая является наилучшей из прямых, сглаживающей точки корреляционного поля. С ее помощью оценивается линейная корреляционная зависимость между величинами X и Y.

4. Степень тесноты линейной корреляционной зависимости между величинами X и Y и качество полученного сглаживающего линейного уравнения регрессии.

Степень тесноты линейной корреляционной зависимости X и Y определяется, как известно, величиной коэффициента линейной корреляции  $\rho_{xy}$  между этими величинами. Его выборочное значение находится по формуле:

$$\rho_{xy} = \frac{\mu_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y},$$

где

$\mu_{xy} = \overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}$  – выборочное значение корреляционного момента (ковариации) величин X и Y, а  $\sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}$  и  $\sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - (\bar{y})^2}$  – выборочные значения среднеквадратических отклонений  $\sigma$  (X) и  $\sigma$  (Y) величин X и Y соответственно.

$$\mu_{xy} = \overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y} = 150,68 - 10,7 * 13,4 = 6,83.$$

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - (\bar{x})^2} = 3,05.$$

Величины  $\overline{y^2}$  и  $\sigma_y$  ранее подсчитаны не были. Подсчитаем их:

$$\overline{y^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m y_i^2 m_i = 120,79.$$

$$\sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - (\bar{y})^2} = 2,3.$$

Выборочный коэффициент линейной корреляции  $\rho_{xy}$ :

$$\rho_{xy} = \frac{\mu_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{6,83}{3,05 * 2,3} = 0,97.$$

Значение  $\rho_{xy}$  оказалось практически равным 1, поэтому можно сделать вывод, что имеется достаточно определенная (тесная) линейная зависимость  $Y$  от  $X$ . В генеральной совокупности величина может быть совсем другой. В частности, в генеральной совокупности признаки  $X$  и  $Y$  объектов этой совокупности может оказаться и некоррелированы. То есть может оказаться, что генеральный коэффициент линейной корреляции  $\rho_{xy}=0$  (или близок к нулю). А то, что в выборке значительно отличается от нуля и, следовательно, выборка указывает на коррелированность признаков  $X$  и  $Y$ , может объясняться случайностью выборки и недостаточностью ее объема.

В связи с этим поставим вопрос о значимости (отличности от нуля) генерального коэффициента линейной корреляции. Иначе говоря, поставим вопрос о наличии корреляции между  $X$  и  $Y$ .

Выдвинем нулевую гипотезу  $H_0$ : в генеральной совокупности  $\rho_{xy} = 0$ , то есть признаки  $X$  и  $Y$  этой совокупности некоррелированы. Проверим эту гипотезу при заданном (стандартном) уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В качестве критерия проверки справедливости выдвинутой гипотезы  $H_0$  рассмотрим случайную величину

$$T = \frac{\rho_{xy} * \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-\rho_{xy}^2}}.$$

Имеющую, при справедливости гипотезы  $H_0$  и нормальности признаков  $X$  и  $Y$ , распределение Стьюдента с

$k=N-2$  степенями свободы. Гипотеза  $H_0$  отвергается, если  $T \in [-t_{кр}(a; k); t_{кр}(a; k)]$ , где  $t_{кр}(a; k)$  находится по таблице критических точек распределения Стьюдента. И гипотеза  $H_0$  принимается, если  $T \notin [-t_{кр}(a; k); t_{кр}(a; k)]$ . В нашей задаче  $a = 0,05, k = N-2 = 10-2 = 8$

$$T = \frac{0.97 * \sqrt{8}}{\sqrt{1-0.97^2}} = 12.2.$$

Таким образом,  $T = 12.2 \in [-t_{кр}; t_{кр}] = [-2.31; 2.31]$ , а значит, гипотезу  $H_0$  об отсутствии корреляции между  $X$  и  $Y$  отвергаем. То есть, подтверждаем, что  $\rho_{xy} \neq 0$  не только в выборке, но и во всей генеральной совокупности. А, следовательно, сила сдвига  $X$  и напряженность  $Y$  коррелированы - при изменении одной из этих величин меняется и среднее значение другой.

#### 5. Исследуем качество построенного уравнения регрессии

$$\bar{y}^* = 0,73x + 0,9.$$

Сначала исследуем его на адекватность выборочным данным. Для этого по формулам

$$S_{новт}^2 = \frac{Q_{новт}}{k_{новт}};$$

$$S_{адекв}^2 = \frac{Q_{адекв}}{k_{адекв}}$$

где

$$Q_{новт} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2 n_{ij}; \quad Q_{адекв} = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i^* - \bar{y}_i)^2 n_i$$

$$k_{новт} = N-n; \quad k_{адекв} = n-q,$$

подсчитаем дисперсию повторности  $S_{повт}^2$  и дисперсию адекватности  $S_{адекв}^2$ , подставив значения, получаем:

$$Q_{повт} = 0,72;$$

$$Q_{адекв} = 0,82$$

$k_{повт} = N - n = 10 - 8 = 2$  – число степеней свободы дисперсии  $S_{повт}^2$

$k_{адекв} = n - q = 9 - 2 = 7$  – число степеней свободы дисперсии  $S_{адекв}^2$   
( $q = 2$  – число коэффициентов в выбранном сглаживающем уравнении регрессии  $\bar{y}^* = 0,73x + 0,9$ )

$$S_{повт}^2 = \frac{0,72}{1} = 0,72;$$

$$S_{адекв}^2 = \frac{0,82}{7} = 0,12.$$

Теперь найдем выборочное значение  $f_{выб}$  критерия F Фишера-Снедекора

$$f_{выб} = \frac{S_{адекв}^2}{S_{повт}^2} = \frac{0,12}{0,72} = 0,16.$$

В заключении подсчитаем выборочный коэффициент детерминации  $d_{xy}$  определяющий долю общего изменения (вариации) величины  $Y$  в выборке, объясняемой подобранным сглаживающим уравнением регрессии. Этот коэффициент подсчитывается по формуле:

$$d_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i^* - \bar{y}_i)^2 n_i}{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2 m_j}.$$

Но если уравнение регрессии построено в линейной формуле  $\bar{y}^* = kx + b$  (а у нас именно так), то  $d_{xy}$  можно подсчитать проще:

$$d_{xy} = \rho_{xy}^2 = 0.97^2 = 0.94 = 94\%.$$

То есть, построенное нами линейной уравнение регрессии объясняет чуть больше 94% общего объема вариации величину  $Y$ . Максимально же возможное значение выборочного коэффициента детерминации таково:

$$(d_{xy})_{max} = r_{XY}^2$$

$$r_{XY}^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i^* - \bar{y}_i)^2 n_i}{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2 m_j}}$$
 - выборочное корреляционное

отношение, характеризующее долю, которую составляет разброс средних значений величины  $Y$  по отношению к общему разбросу значений этой величины. Используя предыдущие числовые данные, получаем (вычисления опускаем)

$$r_{XY} = 0.97; (d_{xy})_{max} = 0.94 = 94\%.$$

Ниже в таблицах представлены результаты корреляционно-регрессионного анализа рассматриваемой задачи в среде Excel.

x	y
12	9,9
9	7,76
8,75	7,29
16,6	13,8
16,25	11,9
12,5	9,19
16,25	13,1
16,9	13,2
15	12,5
10,6	8,83

0,73558	0,901259
0,060373	0,828771
0,948865	0,581853
148,45	8
50,25819	2,708424

	x	y
x	1	
y	0,974097	1

*Регрессионная статистика*

Множественный R	0,974097
R-квадрат	0,948865
Нормированный R-квадрат	0,942474
Стандартная ошибка	0,581853
Наблюдения	10

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	1	50,25819	50,25819	148,45	1,91E-06	
Остаток	8	2,708424	0,338553			
Итого	9	52,96661				

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
У-пересечение	0,901259	0,828771	1,087465	0,30850	-1,00989	2,8124
x	0,73558	0,060373	12,184	1,91E-06	0,596361	0,8748

## Тестовые задания

1. Фундаментальные научные исследования направлены на
  - создание новых материалов
  - усовершенствование существующих видов техники
  - установление общих законов природы
  - создание новых видов техники
2. Прикладные научные исследования направлены ...
  - на создание новых и усовершенствование существующих средств и способов производства
  - на установление общих законов природы
  - на изучение микромира
  - на измерение скорости света
3. Научно поставленный опыт называется:
  - эксперимент
  - операция
  - теоретические исследования
  - созерцание
4. Одним из основных требований к эксперименту является
  - воспроизводимость
  - необратимость
  - неосуществимость
  - обратимость
5. Эксперимент, условия проведения которого полностью находится в руках исследователя называется
  - активным
  - пассивным
  - ручным
  - управляемым
6. Эксперимент, большая часть условий которого не зависит от экспериментатора называется
  - пассивным
  - активным
  - независимым
  - неуправляемым
7. Хронометраж можно отнести к
  - пассивному эксперименту
  - активному эксперименту

- хроническому эксперименту
  - метрическому эксперименту
8. Эксперименты, в процессе которых изучается зависимость между двумя величинами называются
- однофакторными
  - двухфакторными
  - многофакторными
  - двухвеличинными
9. Эксперимент часто изображают в виде абстрактной модели, в которой объект исследования представляют в виде
- черного ящика
  - белого ящика
  - прозрачного ящика
  - невидимого ящика
10. При планировании эксперимента входные величины принято называть
- факторами
  - условиями
  - реакциями объекта исследования
  - параметрами оптимизации
11. Реакции объекта исследования на внешние воздействия называются
- входными величинами
  - выходными величинами
  - реактивными величинами
  - факторами
12. Функция, график которой с достаточной точностью ложится на экспериментальные точки называется
- уравнением регрессии
  - параметром оптимизации
  - выходной величиной
  - входной величиной
13. Уравнение регрессии, как правило, ищут в виде
- полинома
  - синусоиды
  - логарифмической функции
  - показательной функции

14. Множество точек, представляющее собой графическое изображение зависимости выходной величины  $Y$  от факторов  $X_1, X_2, \dots, X_n$  при планировании эксперимента принято называть ...

- поверхность отклика
- график функции
- параметр оптимизации
- факторное пространство

15. При двухфакторной задаче графическое изображение зависимости выходной величины от факторов будет представлять собой ...

- кривую
- прямую
- поверхность
- гиперповерхность

16. Графическое изображение зависимости выходной величины от факторов будет представлять собой кривую при числе факторов ...

- 1
- 2
- 3
- 4

17. Графическое изображение зависимости выходной величины от факторов будет представлять собой поверхность при числе факторов ...

- 1
- 2
- 3
- 4

18. Графическое изображение функции отклика при трехфакторной задаче будет представлять собой ...

- прямую
- кривую
- поверхность
- гиперповерхность

19. Сколько измерений будет иметь факторное пространство при двухфакторной задаче?

- 1
- 2

- 3
  - 4
20. Сколько измерений будет иметь факторное пространство при однофакторной задаче?
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
21. Сколько измерений будет иметь факторное пространство при трехфакторной задаче?
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
22. Процедура нахождения уравнения регрессии называется ...
- регрессионным анализом
  - регрессионным синтезом
  - регрессионной процедурой
  - регрессионным решением
23. Факторы которые нельзя измерить количественно (принимающие значения: "да" или "нет", "какой вид" и т.п.) называются ...
- качественными
  - количественными
  - несоизмеримыми
  - логическими
  - сложным объектам
24. Если произвести сечения поверхности отклика на уровнях с одинаковыми значениями  $Y$  с определенным шагом и спроецировать эти сечения на плоскость факторов, мы получим ...
- линии равного отклика
  - проекции факторов
  - взаимодействия факторов
  - эффекты факторов
25. Процедура нахождения уравнения регрессии называется ...
- регрессионным анализом
  - регрессионным синтезом
  - регрессионной процедурой

- регрессионным решением
26. Какое количество членов имеет линейная полиномиальная форма уравнения регрессии при числе факторов  $z=1$ ?
- 1  
 2  
 3  
 4
27. Какое количество членов имеет квадратичная полиномиальная форма уравнения регрессии при числе факторов  $z=1$ ?
- 1  
 2  
 3  
 4
28. Какое количество членов имеет линейная полиномиальная форма уравнения регрессии при числе факторов  $z=2$ ?
- 1     3  
 2     4
29. Изменение выходной величины вызванное изменением значения данного фактора называется ...
- эффектом фактора  
 взаимодействием фактора  
 значимостью фактора  
 дисперсией воспроизводимости
30. Численно эффекты факторов выражаются ...
- коэффициентами     значениями  
 числами     взаимодействием факторов

### Список литературы

1. Космин В.В. Основы научных исследований (Общий курс) – М.: РИОР; Инфра-М. 2014. – 214 с.
2. Болдин А.П. Основы научных исследований. – М.: Академия, 2012. – 336 с.
3. Новиков Ю.Н. Подготовка и защита магистерских диссертаций и бакалаврских работ.- Лань, 2015. - 32 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64881](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64881).

А.И. Купренок

ОСНОВЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания  
к самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению  
подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Редактор *Е.М. Лебедева*  
Компьютерная верстка *А.И. Купренок*

---

Подписано в печать 2018 . Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 50 экз.  
Уч.-изд. л. 1,25. Печ. л. 1,5. Изд. № 75. Заказ № 5114 Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Брянского государственного аграрного университета  
243365, с. Кокино, ул. Советская 2а