Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Фурсов Владимир Алексеевич
Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
Дата подписания: 04.06.2026 10:17:57
Уникальный программный ключ:
1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕУКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТРАСЛИ

Направление подготовки	**09.04.02** **Информационные системы и технологии**
Направленность (профиль)	**«Технологии работы с данными и знаниями, анализ информации»**
Квалификация выпускника	Магистр

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины 3

2. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 3

2.1 Лабораторная работа № 1. 3

2.2 Лабораторная работа № 2. 7

2.3 Лабораторная работа № 3. 14

2.4 Лабораторная работа № 4. 18

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....24

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ 24

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 25

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Методология и теория научных исследований» является формирование набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущего магистра по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии».

Задачами курса является освоение магистрантом методологии и теории проведения научных исследований.

НАИМЕНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа 1. Определение основных числовых характеристик выборочной совокупности случайных величин.

Лабораторная работа 2. Определение вида закона распределения выборочной совокупности случайных величин.

Лабораторная работа 3. Построение корреляционной многофакторной модели по данным пассивного эксперимента.

Лабораторная работа 4. Разработка регрессионной многофакторной математической модели по данным активного эксперимента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1.

Математическое планирование и статистическая обработка результатов научного эксперимента. Определение основных числовых характеристик выборочной совокупности случайных величин.

Цель и содержание: - получение навыков работы с совокупностью случайных величин и изучение статистических методов оценки основных числовых характеристик случайных величин.

Организационная форма занятий: практикум (3 часа)

Вопросы для обсуждения на лабораторном занятии: Планирование и организация эксперимента. Определение основных числовых характеристик выборочной совокупности случайных величин.

Теоретическое обоснование

1. Расчет оценок математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения

Математическое ожидание $\overline{X} = M(\mathrm{X})$ случайной величины ***X*** определяет *среднее значение или центр распределения* случайной величины, около которого группируется большая часть ее значений.

Абсолютными характеристиками *рассеяния* случайной величины ***X*** около центра распределения $\overline{X}$ являются ***дисперсия*** *D(X)* и ***среднее квадратическое отклонение σ(X).***

Несмещенными точечными статистическими оценками математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения являются соответственно ***выборочное среднее*** $\overline{X}_в$ **,** ***исправленная выборочная дисперсия*** s^2 и ***исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение s***.

Расчет статистических оценок для анализируемой выборки $x_1, x_2, ..., x_n$ объема ***n*** значений случайной величины ***X*** осуществляется по следующим формулам:

$$\overline{x}_в = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \; ; \tag{1}$$

$$s^2(X) = \frac{1}{n-1}\cdot\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x}_в)^2 \; ; \tag{2}$$

$$s(X) = \sqrt{s^2(X)} \, . \tag{3}$$

2. Исключение резко выделяющихся экспериментальных данных

Совокупность полученных экспериментальных данных часто имеет значения, резко выделяющиеся относительно других, что приводит к постановке вопроса об их исключении из дальнейшей обработки. Причиной появления таких данных может быть изменение условий проведения опыта в момент наблюдения, ошибочная регистрация параметра (по вине оператора) и т.п. Независимо от причин получения резко выделяющихся данных они могут существенно исказить числовые характеристики. С другой стороны, при необоснованном исключении таких данных числовые характеристики также будут искажены.

Самый надежный метод определения возможности исключения резко выделяющихся данных – это анализ условий, при которых они были получены. Если условия существенно отличаются от стандартных (или установленных по плану эксперимента), то данные необходимо исключить из дальнейшей обработки независимо от их величины.

Если определение существенности изменения условий эксперимента невозможно или представляет большие трудности, то используют *статистический метод исключения данных*, сущность которого заключается в следующем.

1. Находят в совокупности максимальную и минимальную величины и определяют расчетные значения критерия Смирнова-Граббса:

$$V_{R\ \max} = \frac{x_{i\ \max} - \overline{x}_в}{s(X)} \cdot \sqrt{\frac{n}{n-1}} \; ; \tag{4}$$

$$V_{R\ \min} = \frac{\overline{x}_в - x_{i\ \min}}{s(\mathrm{X})} \cdot \sqrt{\frac{n}{n-1}} \, . \tag{5}$$

2. Сравнивают полученные значения с табличным значениями $\boldsymbol{V_T}$ критерия Смирнова-Граббса (пункт 2.6). Если $\boldsymbol{V_{Rmax}}$ или $\boldsymbol{V_{Rmin}}$ больше $\boldsymbol{V_T}$, то соответствующее значение $\boldsymbol{x_i}$ необходимо исключить из совокупности, а затем повторить расчет оценок $\overline{x}_в$, $\boldsymbol{s^2(X)}$ и $\boldsymbol{s(X)}$.
3. Процедуру повторяют до полного исключения резко выделяющихся значений из совокупности.

3. Расчет относительных характеристик рассеяния случайной величины

Относительной характеристикой рассеяния случайной величины является ***коэффициент вариации*** *V(X)*:

$$V(X) = \frac{s(X)}{\overline{x}_в} \, . \tag{6}$$

Если данная величина выражается в процентах, то она называется ***квадратической неровнотой*** *C(X)*:

$$C(X) = \frac{s(X)}{\bar{x}_в} \cdot 100(\%). \qquad (7)$$

4. Определение ошибки среднего и границ доверительного интервала

В результате измерений исследуемого параметра возникают ошибки (погрешности измерения), для описания которых введены оценки *абсолютной* ε, и *относительной* δ *погрешности*.

Абсолютная и относительная доверительные ошибки, допущенные при оценке математического ожидания с надежностью P_D, определяются по формулам:

$$\varepsilon(\bar{X}) = \frac{u(P_D) \cdot s(X)}{\sqrt{n}}; \qquad (8)$$

$$\delta(\bar{X}) = \frac{u(P_D) \cdot C(X)}{\sqrt{n}}, \qquad (9)$$

где $u(P_D)$ − квантиль нормального распределения случайной величины (при $P_D=0.98$, $a=0$ и $\sigma=1$ квантиль $u(P_D) = 2$).

Двусторонним доверительным интервалом называется интервал, который покрывает неизвестный параметр распределения с заданной доверительной вероятностью P_D.

Доверительный интервал для оценки математического ожидания $\bar{X}$ нормально распределенной случайной величины X выражается формулой:

$$\bar{x}_в - \varepsilon(\bar{X}) \le \bar{X} \le \bar{x}_в + \varepsilon(\bar{X}). \qquad (10)$$

На практике при статистической обработке обычно принимают $P_D=0,95$. Величина, равная $\alpha=1-P_D$, называется *уровнем значимости* и иногда выражается в процентах.

5. Доверительный объем испытаний

Анализируя точность оценки среднего значения, можно решить, является ли она достаточной или требуется увеличение объема измерений. Задаваясь требуемой величиной относительной ошибки (например, δ = 3%) и определив значение квадратической неровноты по данным предыдущих опытов или другой априорной информации, можно, используя формулу (9), рассчитать ***доверительный объем выборки***:

$$n(\bar{X}) \ge \left(\frac{u(P_D) \cdot C(X)}{\delta(\bar{X})} \right)^2. \qquad (11)$$

6. Критические значения критерия Смирнова-Граббса

Количество элементов совокупности, *n*	**Уровень доверительной вероятности, P_D**		
	0,99	**0,95**	**0,90**
3	1,414	1,412	1,406

4	1,723	2,689	1,645
5	1,955	1,869	1,791
6	2,130	1,996	1,894
7	2,265	2,093	1,974
8	2,374	2,172	2,041
9	2,464	2,237	2,097
10	2,540	2,294	2,146
11	2,606	2,343	2,190
12	2,663	2,387	2,229
13	2,714	2,426	2,664
14	2,739	2,461	2,297
15	2,800	2,493	2,326
16	2,837	2,523	2,354
17	2,871	2,551	2,380
18	2,903	2,577	2,404
19	2,932	2,600	2,426
20	2,959	2,623	2,447
21	2,934	2,644	2,4 67
22	3,008	2,664	2,486
23	3,030	2,683	2,504
24	3,051	2,701	2,502
25	3,071	2,717	2,537

Задания на лабораторную работу и требования к отчету

По заданной в таблице 2 выборочной совокупности значений случайной величины ***X*** рассчитать следующие числовые характеристики случайной величины:

- выборочное среднее $\overline{x}_в$, исправленную выборочную дисперсию s^2 и исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение ***s*** (исключив резко выделяющиеся экспериментальные данные);
- коэффициент вариации и квадратическую неровноту;
- доверительный интервал для оценки математического ожидания;
- доверительные объемы выборки для величин относительной ошибки $\delta=1\%$ и $\delta=3\%$, и доверительных вероятностей $P_D=0,95$ и $P_D=0,99$.

Таблица 2 – Варианты значений элементов выборочной совокупности

№ эксперимента	**Значения элементов выборки**									
	№ варианта									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	960	17,2	99	935	14,0	84	985	18,6	115	985
2	965	17,2	87	925	17,4	108	980	18,0	122	1135
3	985	18,2	112	965	16,4	114	960	15,2	109	940
4	930	14,0	74	950	16,0	90	960	15,4	115	960
5	935	14,4	81	930	13,8	108	945	15,0	109	1055
6	950	14,6	99	950	15,4	102	985	17,2	115	865

7	985	17,2	105	950	16,4	114	930	14,4	83	1175
8	940	15,6	87	965	17,4	120	975	17,2	122	865
9	960	17,0	112	965	16,6	102	955	16,0	122	1175
10	960	16,6	93	905	12,8	84	945	15,6	90	1050

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать:

— тему и цель лабораторной работы;
— необходимые теоретические сведения по теме;
— исходную совокупность случайных величин (в соответствии с номером варианта);
— поэтапный расчет основных числовых характеристик для заданной совокупности случайных величин;
— выводы по результатам расчета основных числовых характеристик для заданной совокупности случайных величин.

Контрольные вопросы

1. Числовые характеристики случайных величин и их точечные оценки.
2. Методы исключение резко выделяющихся экспериментальных данных.
3. Расчет относительных характеристик рассеяния случайной величины.
4. Определение относительной и абсолютной ошибки и границ доверительного интервала.
5. Определение доверительного объема испытаний.

Аппаратура и материалы. Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с характеристиками, позволяющими установить операционную систему Windows 7 или выше, а также программу MathCad.

Указания по технике безопасности. Самостоятельно не производить: установку и удаление программного обеспечения, ремонт персонального компьютера. Соблюдать правила технической безопасности при работе с электрооборудованием.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-2	1-9

Оценочные средства: отчет по лабораторной работе

2.2 Лабораторная работа № 2.

Математическое планирование и статистическая обработка результатов научного эксперимента. Определение вида закона распределения выборочной совокупности случайных величин.

Цель и содержание: - научиться определять закон распределения генеральной совокупности случайных величин.

Организационная форма занятий: решение проблемных задач (1,5 часа)

Вопросы для обсуждения на лабораторном занятии: Статистическая проверка статистических гипотез. Проверка гипотезы о виде распределения случайной величины.

Теоретическое обоснование

Наиболее полной характеристикой совокупности случайных величин являются *плотность распределения f(x) и функция распределения F(x),* устанавливающие зависимость между значением (или интервалом значений) случайной величины и вероятностью появления данного значения в заданном интервале.

Пусть в результате эксперимента получена выборочная совокупность значений случайной величины *X*. Необходимо проверить гипотезу о том, что случайная величина *X* имеет нормальное распределение.

Для определения вида распределения исследуемой совокупности используются критерии согласия Пирсона, Колмагорова, Смирнова и др. Ограничимся применением ***критерия Пирсона***.

1. Определение оценок математического ожидания и среднего квадратического отклонения

Определим выборочное среднее $\overline{x}_в$ и исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение *S(X)* с помощью функций MathCad *mean* и *Stdev* или по следующим формулам

$$\overline{x}_в = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \; ; \qquad (1)$$

$$S(X) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\cdot\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x}_в)^2} \; . \qquad (2)$$

2. Формирование частотной таблицы

В тех случаях, когда выборка имеет большой объем, т.е. число значений более 30, для упрощения расчетов полученный ряд экспериментальных значений делят на классы (интервалы). Исходя из количества *n* элементов выборочной совокупности, число классов *k* определяют по формуле (с округлением до целого):

$k = 3{,}332 \cdot lg\,(n+1)$, при $50 < n < 200$;

$k = 4 \cdot \sqrt[5]{0{,}75 \cdot (n-1)^2}$, при $n > 200$.

Например, для $n = 50$ принимаем $k = 6$.

Отсортируем значения выборки по возрастанию.

Находим минимальное X_{min} и максимальное X_{max} значения и определяем ширину интервала:

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{k} \; . \qquad (3)$$

Округляем ΔX до целого значения.

Границы *i*-го интервала будут определяться по формуле:

$x_i = X_{\min} + (i-1)\cdot\Delta X$ и $x_{i+1} = X_{\min} + i\cdot\Delta X$.

Составляем таблицу и считаем количество попаданий значений анализируемой совокупности в соответствующий класс.

№ класса	1	2	3	...	k
Границы класса	X_{min} - $(X_{min} + \Delta X)$	$(X_{min} + \Delta X)$ - $(X_{min} + 2 \cdot \Delta X)$	$(X_{min} + 2 \cdot \Delta X)$ - $(X_{min} + 3 \cdot \Delta X)$	...	$(X_{min} + (k-1) \cdot \Delta X)$ - $(X_{min} + k \cdot \Delta X)$
Частота n_i					

Количество значений n_i случайной величины, попавших в каждый класс i, называется *частотой*. Определяем частоту n_i в каждом классе.

Необходимо, чтобы при группировании экспериментальных данных в каждом интервале было не менее пяти значений. Если же в каком-либо интервале это требование не будет удовлетворяться, следует объединить соседние интервалы, чтобы число частот в интервале было не менее пяти. При этом значение величины k уменьшится и будет равно числу получившихся интервалов.

3. Проверка критерия Пирсона

Проверим гипотезу о нормальном распределении изучаемой случайной величины X.

Найдем теоретическую вероятность p_i попадания нормально распределенной случайной величины с параметрами $a = \overline{x}_в$ и $\sigma = S(X)$ в каждый из полученных интервалов $[x_i, x_{i+1}]$ по формуле:

$$\boldsymbol{p_i = P(x_i < X < x_{i+1}) = F(x_{i+1}) - F(x_i),} \qquad (4)$$

где $F(x)$ – функция нормального распределения.

Для определения данной вероятности можно воспользоваться функцией $pnorm(x,a,\sigma)$ программы MathCad.

Теоретическую частоту попадания случайной величины в каждый из интервалов в предположении ее нормального распределения находят по формуле:

$$n_i^T = p_i \cdot n\,. \qquad (5)$$

Вычисляем наблюдаемое значение критерия Хи-квадрат по формуле:

$$\chi^2_{набл} = \sum_{i=1}^{k} \frac{(n_i - n_i^T)^2}{n_i^T}. \qquad (6)$$

По таблице критических точек распределения Пирсона (приложение 1) или с помощью квантиля распределения Хи-квадрат определяем критическое значение критерия Пирсона $\chi^2_{крит}$ при условии, что доверительная вероятность P_D = 0,95 и число степеней свободы равно $k - 3$.

Заметим, что при доверительной вероятности P_D = 0,95 и числе степеней свободы $k - 3 = 3$ критическое значение критерия Пирсона $\chi^2_{крит} = 7{,}815$.

Если $\chi^2_{набл} \le \chi^2_{крит}$, то анализируемую случайную величину можно считать распределенной по нормальному закону. Если $\chi^2_{набл} > \chi^2_{крит}$, гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности отвергается. С этом случае необходимо

использовать другие функции (экспоненциальную, показательно-степенную и др.) до нахождения распределения, адекватного исследуемой случайной величине.

4. Графическое сравнение эмпирических и теоретических частот

Наглядное представление о различиях между экспериментальными значениями и теоретическими частотами можно получить путем построения диаграммы эмпирических частот и графика теоретических частот (рисунок 1).

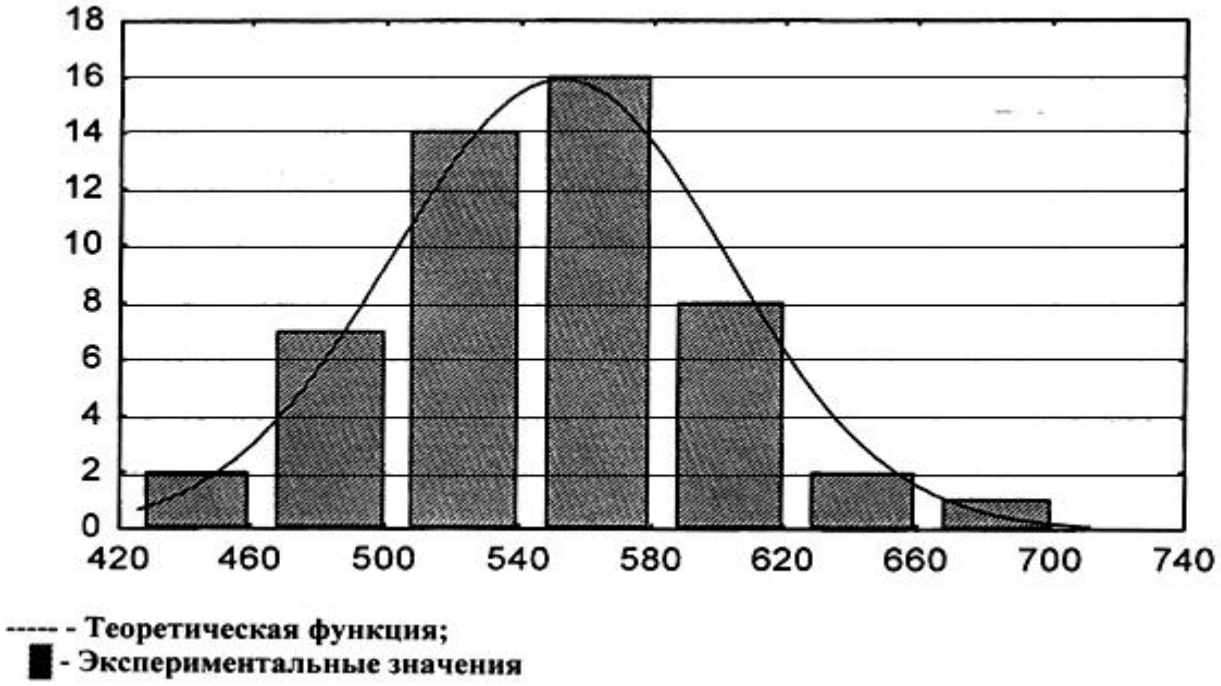

Рисунок 1 – Сравнение эмпирических и теоретических частот

Задания на лабораторную работу и требования к отчету

Для заданной выборочной совокупности значений случайной величины ***X*** проверить гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона.

Варианты совокупностей случайных величин

№ варианта										
n	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	490	950	1100	760	720	930	900	465	620	630
2	540	1400	980	740	620	800	875	450	500	620
3	555	1170	930	745	635	850	970	500	570	515
4	490	1350	1040	800	770	950	980	460	530	740
5	520	1450	740	950	645	1200	510	485	580	760
6	520	1250	930	775	735	1260	905	530	550	735

7	595	1270	950	750	620	1030	785	515	480	800
8	510	1480	820	650	870	1160	950	480	515	770
9	570	900	680	675	750	1130	940	560	525	880
10	520	1270	790	650	745	920	670	515	630	550
11	560	1460	1050	715	805	1150	980	560	570	810
12	520	1250	750	590	725	920	960	490	550	580
13	583	1100	1210	825	750	1020	740	470	570	600
14	545	1150	930	860	705	1060	805	540	550	795
15	500	1150	1030	815	730	1000	855	480	570	740
16	540	1150	810	805	690	1100	680	525	450	700
17	530	1030	1100	770	750	1170	620	505	580	710
18	540	1000	1100	610	650	980	830	560	560	740
19	490	950	580	780	810	1085	760	580	490	705
20	550	1200	980	650	705	950	730	480	615	790
21	545	1200	1050	750	765	1000	540	500	540	760
22	520	1300	930	730	775	920	990	440	490	700
23	525	1350	700	830	650	850	955	505	605	730
24	585	1200	640	740	670	800	805	600	520	720
25	500	1300	630	790	905	880	795	475	650	750
26	490	1050	920	760	715	850	970	540	670	760
27	515	1350	980	775	520	950	810	530	490	735
28	530	1300	810	710	765	950	515	515	560	730
29	540	940	690	660	845	1070	785	490	580	750
30	515	1330	750	700	850	1050	715	480	545	630
31	510	1050	930	775	670	1350	925	505	540	815
32	435	1400	930	780	800	1270	480	480	595	800
33	505	1500	1150	835	555	1350	830	540	615	620
34	410	1250	1100	835	740	1130	725	490	540	740
35	450	1150	780	720	725	1180	985	500	575	570
36	480	1200	1100	630	835	1400	655	520	500	660
37	530	1250	1040	700	720	1050	740	480	575	760
38	485	1400	1270	615	710	1200	820	485	520	880
39	450	1150	1100	680	740	1120	895	480	470	780

40	485	1200	640	640	825	1100	780	490	615	775
41	495	1120	700	570	790	1200	970	505	540	915
42	450	1350	1000	715	770	1200	830	480	450	765
43	480	1300	820	830	570	1330	785	530	560	840
44	500	1200	1030	915	705	1550	720	515	610	745
45	455	1100	930	870	815	1350	790	510	530	710
46	510	1200	980	820	885	1200	785	550	520	720
47	480	1300	930	925	835	1200	905	480	540	755
43	455	1050	580	770	540	1200	780	500	620	815
49	485	1170	930	1710	615	1200	980	500	520	735
50	465	1280	980	1690	770	1300	725	505	515	680

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать:

— тему и цель лабораторной работы;

— необходимые теоретические сведения по теме;

— исходную совокупность случайных величин (по заданию преподавателя);

— поэтапное определение вида закона распределения случайной величины;

— выводы по результатам определения вида закона распределения случайной величины;

— диаграмму эмпирических частот и график теоретических частот.

Рекомендации к выполнению задания

1. Задание рекомендуется выполнять в программе MathCad.

2. Выборочную совокупность записать в матрицу Y (рис. 2).

3. Данную совокупность отсортировать, пользуясь функцией csort.

4. Разбить выборочную совокупность на 6 частотных интервалов длины ΔX и определить частоты попадания значений выборочной совокупности в каждый интервал. Если же в каком-либо интервале будет менее пяти значений, следует объединить этот интервал с соседним.

5. Полученные после объединения границы интервалов записать в матрицу X, а частоты – в матрицу ***n***.

.6. Рассчитать теоретические частоты nt_i и наблюдаемое значение критерия Хи-квадрат. Критическое значение критерия определить с помощью квантиля распределения Хи-квадрат.

7. Для построения диаграммы эмпирических частот найти середины каждого частотного интервала Xsr_i и отложить их по оси X. По оси У показать эмпирические частоты n_i и теоретические частоты nt_i. Для того чтобы на графике отображалась гистограмма, а не линия, нужно на панели форматирования (Formating Currently Selected X-Y Plot) открыть окно **Traces** (следы) и в столбце **Type** (Тип) выбрать строку **solidbar**. Получим диаграмму и график, аналогичные показанным на рис. 3.

.

$ORIGIN := 1$

$Y := (930\ \ 800\ \ 850\ \ 950\ \ 1200\ \ 1260\ \ 1030\ \ 1160\ \ 1130\ \ 920\ \ 1150\ \ 920\ \ 1020\ \ 1060\ \ 1000\ \ 1100\ \ 1170\ \ 980\ \ 1085\ \ 950\ \ 1000\ \ 920\ \ 850\ \ 800)$

$Ysort := csort(Y,1)$ $\quad Ysort^T =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	800	800	850	850	850	880	920	920	920	930	950

$Xmin := min(Y)$ $\quad Xmax := max(Y)$ $\quad k := 6$ $\quad \Delta X := \frac{(Xmax - Xmin)}{k}$

$Xmin = 800$ $\quad Xmax = 1550$ $\quad \Delta X = 125$ $\quad j := 1..7$

$X1_j := Xmin + (j-1)\cdot\Delta X$

$X1^T = (800\ \ 925\ \ 1050\ \ 1175\ \ 1300\ \ 1425\ \ 1550)$

$n1 := (9\ \ 11\ \ 12\ \ 12\ \ 5\ \ 1)$

$X := (800\ \ 925\ \ 1050\ \ 1175\ \ 1300\ \ 1550)^T$

$n := (9\ \ 11\ \ 12\ \ 12\ \ 6)^T$ $\quad i := 1..5$

$xv := mean(Y)$ $\quad S := Stdev(Y)$ $\quad xv = 1097.3$ $\quad S = 169.757$

$p_i := pnorm(X_{i+1}, xv, S) - pnorm(X_i, xv, S)$ $\quad nt_i := p_i \cdot 50$

$nt^T = (5.756\ \ 11.76\ \ 14.308\ \ 10.368\ \ 5.62)$ $\quad \sum_{i=1}^{5} \frac{(n_i - nt_i)^2}{nt_i} = 2.533$ $\quad qchisq(0.95,3) = 7.815$

$Xsr_i := \frac{(X_{i+1} + X_i)}{2}$ $\quad Xsr^T = (862.5\ \ 987.5\ \ 1112.5\ \ 1237.5\ \ 1425)$

Рисунок 2 – Пример выполнения задания в MathCad

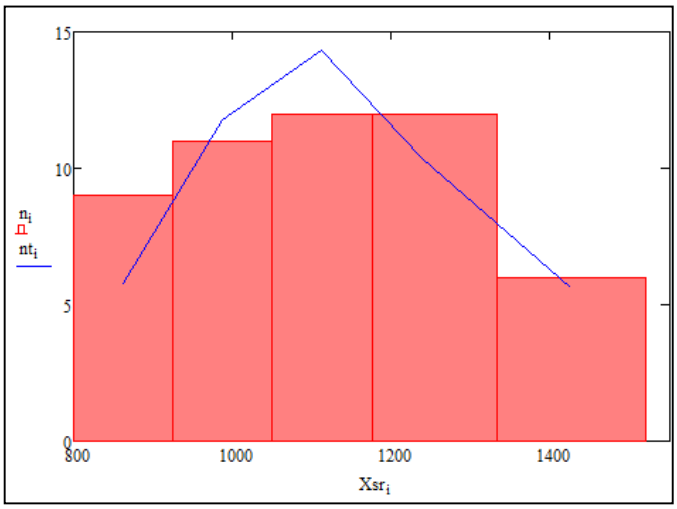

Рисунок 3 – Пример построения диаграммы и графика

Контрольные вопросы

1. Определение статистической гипотезы. Основная и конкурирующая гипотезы.
2. Ошибки 1-го и 2-го рода. Уровень значимости и мощность критерия.
3. Определение статистического критерия.
4. Наблюдаемое и критическое значения критерия. Критическая область и область принятия гипотезы.
5. Виды критических областей.
6. Критерий Пирсона.

Аппаратура и материалы. Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с характеристиками, позволяющими установить операционную систему Windows 7 или выше, а также программу MathCad.

Указания по технике безопасности. Самостоятельно не производить: установку и удаление программного обеспечения, ремонт персонального компьютера. Соблюдать правила технической безопасности при работе с электрооборудованием.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-2	1-9

Оценочные средства: отчет по лабораторной работе

2.3 Лабораторная работа № 3.

Статистические методы анализа результатов экспериментов. Построение корреляционной многофакторной модели по данным пассивного эксперимента.

Цель и содержание: расчет парных коэффициентов корреляции, множественного коэффициента корреляции, определение его значимости и линейной модели корреляционной взаимосвязи.

Организационная форма занятий: практикум (1,53 часа)

Вопросы для обсуждения на лабораторном занятии: Сущность дисперсионного и корреляционного анализа данных. Построение однофакторной и многофакторной корреляционной модели.

Теоретическое обоснование

В том случае, если требуется проанализировать зависимость одной случайной величины (Y) от нескольких случайных величин $X_1, X_2, \ldots, X_M$, необходимо построить **корреляционную многофакторную модель**:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \ldots + a_MX_M .$$

Методику рассмотрим на примере разработки двухфакторной корреляционной модели.

Пусть в результате ***n*** дискретных измерений факторов X_1, X_2 и выходного параметра Y получена совокупность сопряженных случайных чисел. Требуется определить силу связи между ними и при ее наличии построить линейную корреляционную двухфакторную модель.

1. Расчет основных статистических характеристик

Определяем средние значения $\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$, $\overline{Y}$ и выборочные средние квадратические отклонения $\bar{\sigma}(X_1)$, $\bar{\sigma}(X_2)$ и $\bar{\sigma}(Y)$ для совокупностей:

$$\overline{X_1} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{1i}; \quad \overline{X_2} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{2i}; \quad \overline{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i; \tag{1}$$

$$\bar{\sigma}(X_1) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_{1i} - \overline{X_1})^2}; \; \bar{\sigma}(X_2) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_{2i} - \overline{X_2})^2}; \; \bar{\sigma}(Y) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y})^2}. \tag{2}$$

В программе MathCad рекомендуется воспользоваться функциями mean и stdev.

2. Расчет парных коэффициентов корреляции

Значения ***парных коэффициентов корреляции*** отражают тесноту линейной взаимосвязи двух параметров и определяются для каждой пары переменных:

$$r_{X_1Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{1i} \cdot Y_i - n \cdot \overline{X}_1 \cdot \overline{Y}}{n \cdot \bar{\sigma}(X_1) \cdot \bar{\sigma}(Y)}; \tag{3}$$

$$r_{X_2Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{2i} \cdot Y_i - n \cdot \overline{X}_2 \cdot \overline{Y}}{n \cdot \bar{\sigma}(X_2) \cdot \bar{\sigma}(Y)}; \tag{4}$$

$$r_{X_1X_2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{1i} \cdot X_{2i} - n \cdot \overline{X}_1 \cdot X_2}{n \cdot \bar{\sigma}(X_1) \cdot \bar{\sigma}(X_2)}. \tag{5}$$

3. Расчет множественного коэффициента корреляции и определение его значимости

Теснота линейной связи между случайными величинами X_1, X_2 и Y определяется ***множественным коэффициентом корреляции***. Этот коэффициент определяет силу совместного влияния всех факторов на выходной параметр Y и для двухфакторной модели имеет вид:

$$R_{YX_1X_2} = \sqrt{\frac{r^2_{YX_1} + r^2_{YX_2} - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r^2_{X_1X_2}}}. \tag{6}$$

Значимость множественного коэффициента корреляции определяется по критерию согласия Стьюдента.

H_0: $R_{YX_1X_2} = 0$ $\qquad$ H_1: $R_{YX_1X_2} \neq 0$.

Наблюдаемое значение критерия определяется по формуле:

$$T_{набл} = \frac{R_{YX_1X_2} \cdot \sqrt{n-k-2}}{(1-R^2_{YX_1X_2})}, \qquad (7)$$

где ***n*** – общее число опытов, ***k*** - число элементов во взаимодействии (***k=3)***.

Критическое значение критерия $T_{кр}$ определяем по таблице приложения 1 при условии, что доверительная вероятность $P_D = 0{,}95$ и число степеней свободы равно $f = n - k - 2$. Данное значение можно определить, используя функцию MathCad ***qt(p,d)*** (квантиль распределения Стьюдента***),*** где ***p*** – доверительная вероятность, ***d*** – число степеней свободы случайной величины.

Если $|T_{набл}| > T_{кр}$, то основная гипотеза отвергается, и множественный коэффициент корреляции признается значимым.

4. Определение линейной модели корреляционной взаимосвязи

Искомая модель имеет вид:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 ,$$

где коэффициенты a_0, a_1, a_2 определяются по следующим формулам

$$a_1 = \frac{r_{YX_1} - r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r^2_{X_1X_2}} \cdot \frac{\bar{\sigma}(\mathrm{Y})}{\bar{\sigma}(X_1)}; \qquad (8)$$

$$a_2 = \frac{r_{YX_2} - r_{YX_1} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r^2_{X_1X_2}} \cdot \frac{\bar{\sigma}(\mathrm{Y})}{\bar{\sigma}(X_2)}; \qquad (9)$$

$$a_0 = \bar{Y} - a_1\bar{X}_1 - a_2\bar{X}_2 . \qquad (10)$$

Задания на лабораторную работу и требования к отчету

Для заданных выборочных совокупностей значений случайных величин X_1, X_2 и Y рассчитать множественный коэффициент корреляции, определить его значимость и построить линейную модель корреляционной взаимосвязи.

Варианты совокупностей случайных величин

	Вариант 1			**Вариант 2**			**Вариант 3**			**Вариант 4**			**Вариант 5**		
m	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y
1	960	17,2	99	935	14,0	84	985	18,6	115	985	13,8	92	980	11,9	106
2	965	17,2	87	925	17,4	108	980	18,0	122	1135	16,6	122	840	9,2	94
3	985	18,2	112	965	16,4	114	960	15,2	109	940	11,5	85	1155	15,8	112
4	930	14,0	74	950	16,0	90	960	15,4	115	960	13,1	104	1105	13,0	94
5	935	14,4	81	930	13,8	108	945	15,0	109	1055	14,4	98	935	11,3	94
6	950	14,6	99	950	15,4	102	985	17,2	115	865	11,3	85	890	10,8	83
7	985	17,2	105	950	16,4	114	930	14,4	83	1175	14,1	104	965	13,0	106
8	940	15,6	87	965	17,4	120	975	17,2	122	865	15,0	116	950	13,1	100
9	960	17,0	112	965	16,6	102	955	16,0	122	1175	16,8	116	965	13,9	94
10	960	16,6	93	905	12,8	84	945	15,6	90	1050	14,0	104	1175	15,1	112

	Вариант 6			Вариант 7			Вариант 8			Вариант 9			Вариант 10		
m	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y
1	835	9,8	101	1060	15,7	93	1055	14,0	90	965	11,8	91	1050	12,6	96
2	1075	14,8	107	1040	12,4	87	1190	15,0	102	1175	16,7	109	1075	15,4	90
3	1195	13,7	101	850	11,5	93	1175	15,4	114	1080	13,0	91	1175	16,5	114
4	1015	13,0	107	1155	15,6	105	1050	15,0	96	1275	17,0	127	1000	14,8	102
5	1025	13,9	113	1170	16,1	124	1020	13,7	84	970	12,0	103	900	12,1	84
6	1035	15,6	101	1365	17,4	112	1075	14,7	90	1075	13,9	97	793	10,3	90
7	995	13,9	107	1100	14,0	105	1095	13,4	108	1175	13,0	103	823	13,2	108
8	885	12,2	95	945	14,6	93	1075	14,4	96	1075	14,4	91	963	15,2	114
9	965	11,6	88	1190	16,5	99	795	9,4	78	1105	16,3	109	1065	15,0	90
10	1175	15,2	120	1050	14,8	105	1050	14,4	102	1190	16,3	121	1120	15,4	102

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать:

— тему и цель лабораторной работы;

— необходимые теоретические сведения по теме;

— исходные совокупности случайных величин (по заданию преподавателя);

— поэтапное определение множественного коэффициента корреляции и его значимости;

— выводы о тесноте корреляционной взаимосвязи между случайными величинами X_1, X_2 и Y;

— уравнение линейной корреляционной взаимосвязи.

Контрольные вопросы

1. Что оценивает множественный коэффициент корреляции?
2. Что оценивает частный выборочный коэффициент корреляции?
3. Какой критерий используется для проверки гипотезы о значимости множественного коэффициента корреляции?
4. Какой критерий используется для проверки гипотезы о значимости частного выборочного коэффициента корреляции?
5. Свойства множественного коэффициента корреляции.
6. Свойства частного выборочного коэффициента корреляции.
7. Уравнение линейной корреляционной зависимости между несколькими случайными величинами.

Аппаратура и материалы. Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с характеристиками, позволяющими установить операционную систему Windows 7 или выше, а также программу MathCad.

Указания по технике безопасности. Самостоятельно не производить: установку и удаление программного обеспечения, ремонт персонального компьютера. Соблюдать правила технической безопасности при работе с электрооборудованием.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации

(№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-2	1-9

Оценочные средства: отчет по лабораторной работе

2.4 Лабораторная работа № 4.

Статистические методы анализа результатов экспериментов. Разработка регрессионной многофакторной математической модели по данным активного эксперимента.

Цель и содержание: построение регрессионной многофакторной математической модели, оценка значимости коэффициентов регрессии и определение адекватности модели.
Организационная форма занятий: практикум (3 часа)

Вопросы для обсуждения на лабораторном занятии: Сущность регрессионного анализа. Построение однофакторной и многофакторной регрессионной модели.

Теоретическое обоснование

В задачу планирования эксперимента входит:

- выбор необходимых для эксперимента опытов, т.е. построение матрицы планирования;
- выбор методов математической обработки результатов эксперимента.

Эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней исследуемых факторов, называется *полным факторным экспериментом* (*ПФЭ*). Он применяется для получения *регрессионной многофакторной модели* (РМФМ) в виде линейного полинома:

$$y_R = a_0 + a_1 \cdot x_1 + \ldots + a_m \cdot x_m \qquad (1)$$

или неполного полинома второго порядка:

$$y_R = a_0 + a_1 \cdot x_1 + \ldots + a_i \cdot x_i + \ldots + a_{12} x_1 x_2 + \ldots + a_{ij} x_i x_j + \ldots + a_{m-1} \cdot x_{m-1} x_m , \qquad (2)$$

где m – количество факторов;

y_R – расчетное значение выходного параметра;

x_i – значения уровней факторов;

a_i, a_{ij} – значения коэффициентов регрессии;

$i = 1, \ldots, m$; $j = 1, \ldots, m$ – номера фактора.

При факторном планировании, в отличие от традиционного (однофакторного), по величине коэффициентов регрессии a_i, a_{ij} в РМФМ можно судить о влиянии на выходной параметр не только каждого фактора x_i, но и их взаимодействия $x_i x_j$, т.е. изменения влияния одного фактора при переходе второго фактора на другой уровень.

Обработку результатов ПФЭ проводят в следующем порядке.

1. Разработка матрицы планирования

Матрица планирования эксперимента представляет собой таблицу, в которой указаны значения уровней факторов в различных сериях опытов.

Для составления матрицы планирования необходимо определить требуемое количество опытов:

$$n = k^m, \tag{3}$$

где k – число уровней (число различных значений) каждого фактора, изменяя которое можно уменьшать или увеличивать n.

Наиболее простой вариант полного факторного эксперимента – эксперимент, в котором каждый из факторов имеет только два уровня.

Для проведения такого эксперимента требуется $n = 2^m$ опытов.

В матрице планирования двухуровневого эксперимента используются *кодированные* значения уровней фактора:

-1 – нижний уровень фактора;

+1 – верхний уровень фактора.

Например, для двухуровневого ($k = 2$) трехфакторного ($m=3$) эксперимента матрица планирования ПФЭ содержит $2^3 = 8$ экспериментов. Пусть для каждого набора значений факторов эксперимент повторяется дважды.

Тогда матрицу планирования удобно записывать в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Матрица планирования двухуровневого трехфакторного эксперимента

Номер экспер. u	Факторы				Сочетания				y_{ui}		$\overline{y}_u$	$s^2(y_u)$
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y_{u1}	y_{u2}		
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1				
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1				
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1				
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1				
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1				
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1				
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1				
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1				
Σ	n	0	0	0	0	0	0	0				

Свойства матрицы планирования:

- сумма элементов столбца кодированных значений каждого фактора равна нулю;
- сумма почленных произведений любых двух столбцов матрицы равна нулю.

Необходимо учесть, что для вычисления коэффициентов регрессии искомого уравнения (2) должно соблюдаться условие $n \geq N$ (N – число коэффициентов регрессии в

РМФМ (2)), а для оценки адекватности полученной модели это условие усиливается, т.е. $n > N$.

2. Нахождение статистических характеристик

Находим средние значения функции отклика по строкам $\overline{y}_u$ и построчные исправленные дисперсии $s^2(y_u)$ по формулам:

$$\overline{y}_u = \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} Y_{ui}\ ; \qquad s^2(y_u) = \frac{1}{l-1}\sum_{i=1}^{l}(y_{ui} - \overline{y}_u)^2\ , \tag{4}$$

где $\boldsymbol{l}$ – число повторений опыта ($l = 2$) в каждом эксперименте.

Найдем также дисперсию воспроизводимости

$$s^2_{восп}(y) = \sum_{u=1}^{n} s^2(y_u)/n\ . \tag{5}$$

3. Проверка гипотезы об однородности дисперсии

Если число повторных опытов $\boldsymbol{l}$ одинаково для всех экспериментов матрицы, то для проверки однородности дисперсий применяется критерий Кочрена, наблюдаемое значение которого определяется по формуле:

$$G_{набл} = \frac{max\left\{s^2(y_u)\right\}}{\sum_{u=1}^{n} s^2(y_u)}\ . \tag{6}$$

Наблюдаемое значение $G_{набл}$ сравнивают с критическим значением $G_{кр}$, которое определяют по таблице критических точек критерия Кочрена в зависимости от числа опытов n в матрице и числа степеней свободы дисперсии $f(s^2(y_u)) = l - 1$ для заданной доверительной вероятности P_D.

Если $G_{набл} < G_{кр}(\alpha, l-1, n)$, то гипотеза об однородности дисперсий принимается, если нет – следует применить методику исключения резко выделяющихся величин или найти причину возникновения большой дисперсии в u-м опыте, а затем повторить (полностью или частично) экспериментальную часть работы.

Если число повторных опытов $\boldsymbol{l}$ различно для разных экспериментов матрицы, то для проверки гипотезы об однородности дисперсий в опытах матрицы применяется критерий Бартлетта.

4. Вычисление коэффициентов искомого уравнения регрессии (модели)

Коэффициенты регрессии определяются по следующим формулам:

$$a_i = \frac{1}{n}\sum_{u=1}^{n} x_{iu}\bar{y}_u (i = 0,1,...,m);$$

$$a_{ij} = \frac{1}{n}\sum_{u=1}^{n} x_{iu}x_{ju}\bar{y}_u (i \neq j); \qquad (7)$$

где x_{iu} – кодированное значение фактора x_i в u - ом эксперименте.

В результате подстановки найденных коэффициентов в уравнение (2) получается регрессионная многофакторная модель, которая, однако, не является окончательной моделью изучаемого процесса.

5. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии

Оценка значимости коэффициентов проводится по критерию согласия Стьюдента. Для определения наблюдаемых значений критерия для каждого из коэффициентов регрессионной модели необходимо построить матрицу X значений влияющих на эксперимент факторов и их сочетаний, причем, число строк матрицы равно числу n проведенных экспериментов; число столбцов – числу N коэффициентов уравнения регрессии (2), включая свободный член a_0. При этом первый столбец данной матрицы состоит из единиц, он предназначен для расчета коэффициента a_0, второй и последующие – из значений факторов $x_1, x_2, x_3, x_1x_2, x_1x_3, x_2x_3, x_1x_2x_3$.

Далее необходимо рассчитать транспонированную матрицу X^T и матрицу $C = (X^T \cdot X)^{-1}$.

Наблюдаемое значение критерия для каждого из коэффициентов регрессии определяется по формуле:

$$T_{j-1} = \frac{\left|a_{j-1}\right|}{\sqrt{s^2_{восп.} \cdot c_{jj}}}, \qquad (8)$$

где j – номер столбца матрицы C;

c_{jj} – соответствующий элемент матрицы С.

Замечание: будем считать, что $a_4=a_{12}$, $a_5=a_{13}$, $a_6=a_{23}$, $a_7=a_{123}$.

Критическое значение определяется выражением $T_\alpha(n-N)$.

В случае если $T_{j-1} \geq T_\alpha(n-N)$, коэффициент регрессии признается значимым. В противном случае, данный коэффициент исключается из уравнения регрессии (считается равным нулю).

Необходимо учитывать, что значимость коэффициентов зависит не только от удельного влияния данного фактора на выходной параметр, но и от интервала варьирования уровней фактора. Незначимость может быть обусловлена малым интервалом варьирования фактора, большой дисперсией вследствие наличия неуправляемых и неконтролируемых факторов. После исключения незначимых коэффициентов записывается искомая модель.

6. Оценка значимости уравнения регрессии

Проверку адекватности модели можно проводить только при условии, что число проведенных опытов больше числа коэффициентов модели.

Вначале определяется дисперсия неадекватности:

$$s^2_{неад.} = \frac{\sum_{u=1}^{n} (\bar{y}_u - y_{Ru})^2}{n - m_{зн.коэф.}}, \qquad (9)$$

где $m_{зн.коэф.}$ – число значимых (оставшихся) коэффициентов в модели;

y_{Ru} – возвращаемые моделью расчетные значения выходного параметра, которые определяются для каждого опыта путем подстановки в полученное уравнение соответствующих значений входных параметров.

Определяют наблюдаемое значение критерия Фишера:

$$F_{набл.} = \frac{s^2_{неад.}(y)}{s^2_{восп.}(y)}, \text{ если } s^2_{неад.}(y) > s^2_{восп}(y);$$

$$F_{набл.} = \frac{s^2_{восп.}(y)}{s^2_{неад.}(y)}, \text{ если } s^2_{неад.}(y) \le s^2_{восп}(y). \qquad (10)$$

Наблюдаемое значение критерия $F_{набл.}$ сравнивает с табличным $F_{кр.}$, которое определяют по таблице критических точек распределения Фишера при условии, что P_D = 0,95, $f\{s^2_{восп}\} = n$, $f\{s^2_{неад.}\} = n - m_{зн.коэф}$, или с помощью квантиля распределения Фишера.

Если $F_{набл.} > F_{кр.}$, то с вероятностью P_D уравнение регрессии признается значимым.

Если гипотеза об адекватности отвергается, необходимо переходить к описанию процесса полиномом второго порядка на базе другого вида эксперимента или, если это возможно, проводить эксперимент с меньшим интервалом варьирования уровней факторов. Однако неоправданное уменьшение интервала варьирования может обусловить статистическую незначимость коэффициентов регрессии.

Задания на лабораторную работу и требования к отчету

Для заданных значений трехфакторного двухуровневого эксперимента построить многофакторную линейную регрессионную модель в виде $y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3$, определить значимость коэффициентов регрессии и значимость уравнения регрессии. Уровень значимости при проверке гипотез принять равным 0,05.

Варианты совокупностей величин x_1, x_2, x_3 и y

Уровни факторов	Факторы					
	Натуральные значения			Кодированные значения		
	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3
нижний	50	10	3	-1	-1	-1
верхний	100	15	4	+1	+1	+1

Значения y_{ui}

Вар. № 1		Вар. № 2		Вар. № 3		Вар. № 4		Вар. № 5	
1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт
620	630	730	740	845	855	545	555	435	445
655	643	765	753	860	860	580	560	480	460
695	670	805	760	920	900	620	600	510	500
670	695	760	800	900	915	600	615	510	500
720	715	830	825	945	935	645	635	535	525
700	697	810	820	925	935	625	635	515	525
740	714	850	825	965	940	665	640	555	530
780	796	990	910	1005	1020	705	720	605	625

Вар. № 6		Вар. № 7		Вар. № 8		Вар. № 9		Вар. № 10	
1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт	1-ый опыт	2-ой опыт
325	335	425	435	520	530	620	630	725	735
370	350	470	450	560	545	670	645	775	740
400	390	500	490	605	495	705	695	800	790
400	385	500	485	605	590	705	690	805	790
425	415	525	515	620	610	720	710	820	805
405	415	505	515	600	620	700	720	795	820
445	420	545	520	640	615	740	715	840	815
495	515	595	615	695	715	795	815	895	910

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать:

— тему и цель лабораторной работы;
— необходимые теоретические сведения по теме;
— исходные данные (по заданию преподавателя);
— поэтапное описание построения многофакторной регрессионной модели;
— выводы о значимости коэффициентов уравнения регрессии и самого уравнения регрессии.

Контрольные вопросы

1. Определение полного факторного эксперимента.
2. Общий вид уравнения многофакторной линейной регрессии и уравнения регрессии в виде неполного полинома второго порядка.
3. Определение и структура матрицы планирования.
4. Свойства матрицы планирования.
5. Проверка гипотезы об однородности дисперсии.
6. Вычисление коэффициентов уравнения регрессии.
7. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
8. Оценка значимости уравнения регрессии.

Аппаратура и материалы. Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с характеристиками, позволяющими установить операционную систему Windows 7 или выше, а также программу MathCad.

Указания по технике безопасности. Самостоятельно не производить: установку и удаление программного обеспечения, ремонт персонального компьютера. Соблюдать правила технической безопасности при работе с электрооборудованием.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-2	1-9

Оценочные средства: отчет по лабораторной работе

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно выполнил все задания базового и повышенного уровней.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно выполнил все задания только базового уровня.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил все задания, но допустил незначительные ошибки, которые исправил после указания на них.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил не все задания или допустил грубые ошибки при выполнении заданий.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные занятия по дисциплине, в форме письменного отчета.

Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов печатного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответсвует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижением оценки являются:

- отчет частично не соответствует установленным требованиям;
- в отчете не полностью раскрывается суть работы.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- полностью не соотвествует установленным требованиям;
- не раскрыта суть работы;
- допущены грубые ошибки в вычислениях.

Критерии оценивания отчетов по лабораторным работам приведены в фонде оценочных средств по дисциплине «Методология и теория научных исследований».

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1.1. Перечень основной литературы:

1. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства.– М.: Лань, 2012. – 224с.(ЭБС издательства «Лань»).

7.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Добреньков, В. И. Методология и методы научной работы : учеб. пособие / В. И. Добреньков, Н. Г. Осипова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Социол. фак. - Москва: КДУ, 2009. - 275 с. - (Социологический факультет МГУ, 1989-2009. XX лет). – Библиогр.
2. Карманов Ф.И., Острейковский В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad: Учеб.пособие. - М.: Абрис, 2012. - 208 с.

7.2.Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;
2. Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;
3. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;

7.3.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. http://www.intuit.ru – сайт дистанционного образования в области информационных технологий
2. http://e.lanbook.com – ЭБС издательства «Лань».
3. http://www.biblioclub.ru – университетская библиотека онлайн.
4. www.compress.ru – журнал «КомпьютерПресс»;
5. www.osp.ru – издательство «Открытые системы»;
6. www.cnews.ru – издание о высоких технологиях;
7. www.i2r.ru – библиотека ресурсов интернет-индустрии.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТРАСЛИ

Направление подготовки	**09.04.02 Информационные системы и технологии**
Направленность (профиль)	**«Технологии работы с данными и знаниями, анализ информации»**
Квалификация выпускника	Магистр

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины 28

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины 28

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....29

4. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 30

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....31

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ 31

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 32

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Методология научных исследований в отрасли» является формирование набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущего магистра по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии».

Задачами курса является освоение магистрантом методологии и теории проведения научных исследований.

2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.Наименование компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	**ИД-1 УК-1** Определяет полноту информации, степень ее соответствия для решения проблемной ситуации	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Критически оценивает надежность источников информации; работает с противоречивой информацией из разных источников. Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально- экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
	ИД-2 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	
	ИД-3 УК-1 Критически оценивает надежность источников информации; работает с противоречивой информацией из разных источников	
ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	**ИД-1 ОПК-1** Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально- экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Определяет полноту информации, степень ее соответствия для решения проблемной ситуации. Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач.
	ИД-2 ОПК-1 Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач	
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	**ИД-1 ОПК-3** Выполняет обобщение, структурирование и критический анализ профессиональной информации	Выполняет обобщение, структурирование и критический анализ профессиональной информации. Оформляет и представляет профессиональную информацию в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
	ИД-2 ОПК-3 Оформляет и представляет профессиональную информацию в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	

ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований.	**ИД-1 ОПК-4** Осуществляет выбор методов исследования задач в ИТ-области	Осуществляет выбор методов исследования задач в ИТ-области.
	ИД-2 ОПК-4 Применяет научные принципы и методы исследований задачи в ИТ-области	Применяет научные принципы и методы исследований задачи в ИТ-области.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Для студентов очной формы обучения:

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (астр.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
1 семестр					
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Подготовка к лекциям	Собеседование	1,62	0,18	1,8
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование	65,52	7,28	72,8
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Подготовка и выполнение лабораторных работ	Отчет письменный	4,86	0,54	5,4
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Выполнение контрольной работы	контрольная работа	9	1	10
Итого за 1 семестр			81	9	90
Итого			81	9	90

Для студентов заочной формы обучения:

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (астр.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
2 семестр					

УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,36	0,04	0,4
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование	131,58	14,62	146,2
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Подготовка и выполнение лабораторных работ	Отчет письменный	2,16	0,24	2,4
УК-1(ИД1, ИД-2, ИД-3), ОПК-1 (ИД-1, ИД-2), ОПК-3 (ИД-1, ИД-2), ОПК-4 (ИД-1, ИД-2)	Выполнение контрольной работы	контрольная работа	9	1	10
Итого за 2 семестр			143,1	15,9	159
Итого			143,1	15,9	159

4. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тема самостоятельного изучения № 1. Методы научного исследования.

Вид деятельности студентов: самостоятельное изучение литературы, выполнение контрольной работы.

Итоговый продукт самостоятельной работы: конспект, контрольная работа.

Средства и технологии оценки:контрольная работа

План конспекта:

Методология и логика научных исследований. Общенаучные методы исследований. Развитие методов науки.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации(№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-3	1-9

Тема самостоятельного изучения № 2.Общие закономерности развития науки и научного познания.

Вид деятельности студентов: самостоятельное изучение литературы, выполнение контрольной работы.

Итоговый продукт самостоятельной работы: конспект, контрольная работа.

Средства и технологии оценки: контрольная работа

План конспекта: Наука как система. Классификация наук. Организационные основы научных исследований. Общие вопросы управления наукой. Подготовка научных кадров. Формы научной деятельности. Научная проблема. Гипотезы. Научная теория. Роль эксперимента в научном познании.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации(№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-3	1-9

Тема самостоятельного изучения № 3. Статистические методы анализа результатов экспериментов.

Вид деятельности студентов: самостоятельное изучение литературы, подготовка к лабораторным работам.

Итоговый продукт самостоятельной работы: конспект, отчет.

Средства и технологии оценки: контрольная работа, письменный отчет.

План конспекта: Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.

Работа с литературой:

Рекомендуемые источники информации(№ источника)			
Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1-2	1	1-3	1-9

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оценка«отлично» выставляется студенту, если он знает методику проведения научных исследований в области информационных систем и технологий, имеет практические навыки проведения научных исследований, и при этом использует инновационные подходы.

Оценка «хорошо»выставляется студенту, если он знает методологию и теорию научных исследований, но практические навыки проведения научных исследований реализует недостаточно.

Оценка «удовлетворительно»выставляется студенту, если он знает методологию и теорию научных исследований, но практических навыков не имеет.

Оценка «неудовлетворительно»выставляется студенту, если у него отсутствуют знания в области методологии и теории научных исследований.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Перед экзаменом студенту необходимо полностью завершить лабораторные работы, практические задания, сдать на положительные оценки все контрольные работы и коллоквиумы. При наличии задолженностей по текущей аттестации по данной дисциплине

студент к экзамену не допускается. Экзамен по дисциплине предусмотрен в устной форме по билетам.

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два устных вопроса и одна задача.

Для подготовки по билету отводится 40 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования рабочей программой дисциплины и статистическими таблицами.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные занятия по дисциплине, в следующих формах: презентация результатов научного исследования, отчет письменный.

Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов печатного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответсвует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижением оценки являются:

- отчет частично не соответствует установленным требованиям;
- в отчете не полностью раскрывается суть работы.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- полностью не соотвествует установленным требованиям;
- не раскрыта суть работы;
- допущены грубые ошибки в вычислениях.

Критерии оценивания отчетов и презентации научного исследования приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Методология и теория научных исследований».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

6.1.1. Перечень основной литературы:

1. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства.– М.: Лань, 2012. – 224с.(ЭБС издательства «Лань»).

6.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Добреньков, В. И. Методология и методы научной работы : учеб. пособие / В. И. Добреньков, Н. Г. Осипова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Социол. фак. - Москва: КДУ, 2009. - 275 с. - (Социологический факультет МГУ, 1989-2009. XX лет). – Библиогр.
2. Карманов Ф.И., Острейковский В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad: Учеб.пособие. - М.: Абрис, 2012. - 208 с.

6.2.Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

4. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;
5. Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;
6. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Методология и теория научных исследований»;

6.3.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

8. http://www.intuit.ru – сайт дистанционного образования в области информационных технологий
9. http://e.lanbook.com – ЭБС издательства «Лань».
10. http://www.biblioclub.ru – университетская библиотека онлайн.
11. www.compress.ru – журнал «КомпьютерПресс»;
12. www.osp.ru – издательство «Открытые системы»;
13. www.cnews.ru – издание о высоких технологиях;
14. www.i2r.ru – библиотека ресурсов интернет-индустрии.