

УДК 539.3:534:532.5

UDC 539.3:534:532.5

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

05.13.18 – Mathematical modeling, numerical methods and software packages (technical sciences)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ КАК СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ПОЛИТЕХНИЗМА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (ЧАСТЬ 2)

RESEARCH OF THEMATIC CONNECTIONS AS A MEANS OF IMPLEMENTING THE PRINCIPLE OF POLYTECHNISM USING STATISTICAL METHODS (PART 2)

Анищик Татьяна Алексеевна
старший преподаватель
РИНЦ SPIN-код: 7310-5179

Anishchik Tatyana Alekseevna
senior lecturer
RSCI SPIN-code: 7310-5179

Гилязова Луиза Маратовна
студентка факультета Прикладной информатики

Gilyazova Louise Maratovna
student of the Faculty of Applied Informatics

Коблянский Владимир Сергеевич
студент факультета Прикладной информатики
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Koblyanskij Vladimir Sergeevich
student of the Faculty of Applied Informatics
Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Одним из вариантов поиска методов и средств оптимизации учебного процесса по освоению больших объемов баз учебных данных и переводу их в базы знаний обучающихся является проведение интегрированных занятий практической направленности с целью наглядной демонстрации тематических связей. Это позволит систематизировать знания обучающихся и приведет к формированию у них целостной картины знаний, полученных из взаимосвязанных предметных областей. В первой части исследованы внутрипредметные и внутрикурсовые связи, относящиеся к тематическим, на примере результатов освоения разделов и предметов двух связанных общим курсом базовых математических дисциплин будущими специалистами в области IT-технологий. В результате построения графиков накопленных частот на основе построения вариационного ряда и применения статистического теста Харке-Бера установлена нормальность распределения однородных данных, что позволило исследовать сходства и различия связанных количественных данных с применением параметрических t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера. В итоге исследования выявлено сходство значений признаков, что означает их статистическую неразличимость. Во второй части исследования определена линейная форма модели связи данных с построением уравнений регрессии, отражающих сходство значений признаков. Установлена величина, характер и направление тесноты связи данных с применением статистических методов. Положительные значения коэффициентов Пирсона и Спирмена свидетельствуют о наличии прямой связи между данными. Характер тесноты связи определен как «заметный». Выявлено, что взаимосвязь данных считается статистически значимой, а прогнозирование по исследуемым моделям целесообразно

One of the options for finding methods and tools optimization of the educational process for mastering large volumes of educational databases and translating them into knowledge bases of students is to conduct integrated practical classes in order to demonstrate thematic connections. This will allow students to systematize their knowledge and will lead to the formation of a holistic picture of knowledge obtained from interrelated subject areas. In the first part, intra-subject and intra-course connections related to thematic ones are investigated, using the example of the results of mastering sections and subjects of two basic mathematical disciplines connected by a common course by future specialists in the field of IT technologies. As a result of the construction of graphs of accumulated frequencies based on the construction of a variation series and the application of the statistical Harkeber test, normality was established distributions of homogeneous data, which made it possible to investigate the similarities and differences of connected quantitative data using parametric Student's t-test and Fisher's F-test. As a result of the study, the similarity of the values of the signs was revealed, which means their statistical indistinguishability. In the second part of the study, the linear form of the data connection model with the construction of regression equations reflecting the similarity of feature values is determined. The magnitude, nature and direction are established tightness of data connection with the use of statistical methods. The positive values of the Pearson and Spearman coefficients indicate that there is a direct relationship between the data. The nature of the tightness of the connection is defined as "noticeable". It is revealed that the relationship of the data is considered statistically significant, and forecasting by the studied models is advisable

Ключевые слова: ТЕМАТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КРИЗИС, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗНАНИЙ, ПРИНЦИП ПОЛИТЕХНИЗМА, ВНУТРИКУРСОВЫЕ СВЯЗИ, ВНУТРИПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ

Keywords: THEMATIC LINKS, EDUCATIONAL CRISIS, DIFFERENTIATION OF KNOWLEDGE, THE PRINCIPLE OF POLYTECHNIC, INTRA-COURSE CONNECTIONS, INTRA-SUBJECT CONNECTIONS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-176-001>

Одним из вариантов поиска методов и средств оптимизации учебного процесса по осваиванию больших объемов баз учебных данных – информационных структур, содержащих взаимосвязанные данные о реальных объектах [10]; и переводу их в базы знаний обучающихся является проведение интегрированных занятий, целью которых является наглядная демонстрация тематических связей, например, представленных в виде графических объектов: обобщающих схем, рисунков, таблиц, графиков и диаграмм, реализованных в презентациях или видеокурсах на примерах решения типовых задач из разных областей знаний. Внедрение интеграционного подхода к изучению проблем междисциплинарных связей можно объяснить проводимым повсеместно пересмотром содержания и структуры образования, что требует выявления и учета интегративных связей между учебными предметами, а также стремлением к повышению эффективности и результативности уже установившегося стандарта обучения, для чего интеграционные процессы представляют существенные потенциальные возможности [15]. Это позволит систематизировать знания обучающихся как внутри дисциплины и курса, так и межпредметно, что приведет к формированию у них целостной картины знаний, полученных из взаимосвязанных предметных областей. По мнению авторов, обучающиеся получили бы ответы на вопросы о необходимости и важности изучения предложенных тем, применимости их в будущей профессиональной деятельности.

Решение произвольной нетиповой задачи из межпредметной области основано на опыте решения серии типовых задач из внутрикурсовой и

<http://ej.kubagro.ru/2022/02/pdf/01.pdf>

внутрипредметной областей, то есть на применении знаний, умений и воспроизведении полученного опыта из ранее рассмотренных типовых ситуаций [7, с.179]. Например, утверждение из теории графов: любая система, предполагающая наличие дискретных состояний или наличие узлов (вершин) и переходов между ними, может быть описана графом [6, с.42] применимо к представлению данных из внутрикурсовой предметной области. Достижение определенного уровня предметных знаний, умений и навыков происходит путем последовательного выполнения заданий всех предыдущих уровней сложности в решении как типовых, так и нетиповых задач [5].

В ходе реализации внутрипредметных связей обучающийся должен постоянно возобновлять теряющиеся со временем связи между элементами учебного предмета. Только в этом случае система предметных знаний сможет оставаться достаточно долгое время целостной и актуальной, т. е. готовой к оперативному использованию [13]. Речь идет не о накопительном характере знаний, а о сохранении связи тематических понятий и представлений, умений и навыков применения знаний. Например, изучение командного интерфейса операционной системы *MS DOS* дает обучающимся знания для понимания функционирования любых видов интерфейса, реализованных в файловых менеджерах: в программной оболочке *Norton commander* и в операционной системе класса *Windows* [4, 8]. Принцип политехнизма формирует, в том числе, умение комплексного применения знаний, их синтеза, переноса идей и методов из одной науки в другую на основе творческого подхода к научной, инженерной, художественной деятельности человека в современных условиях научно-технического прогресса [1].

Задачами 2-й части исследования являются:

1. Обосновать выбор статистического метода.
2. Определить форму модели связи исследуемых данных.

3. Исследовать тесноту связи данных.
4. Провести анализ результатов исследования.

1 Выбор статистического метода

Согласно критерию Харке-Бера, примененному в первой части исследования: если ошибки наблюдений будут распределены нормально, то оценки метода наименьших квадратов будут наилучшими и коэффициенты регрессии будут распределены асимптотически нормально согласно теореме Гаусса-Маркова. Следовательно, выбор метода регрессионного анализа в этом исследовании предопределен результатами применения критерия Харке-Бера. Основной задачей регрессионного анализа является построение математической модели исследуемых данных. Информационная математическая модель – это формализованная запись свойств и характеристик исследуемого объекта, процесса или явления, отражающая связи между ними [2, с.8]. К задачам регрессионного анализа относят: генерацию гипотезы по установлению формы зависимости между переменными; измерение тесноты связи в результате получения уравнения регрессии; анализ параметров уравнения, оказывающих наиболее существенное влияние на результативный признак; оценку и прогнозирование значений результатов.

2 Определение формы модели связи исследуемых данных

Воспользуемся наиболее востребованным графическим способом выбора модели связи исследуемых данных, представленных в виде диаграммы рассеяния: модель 1 – данные модулей 1 и 2 (рисунок 1) и модель 2 – данные модулей 1 и 3 (рисунок 2).

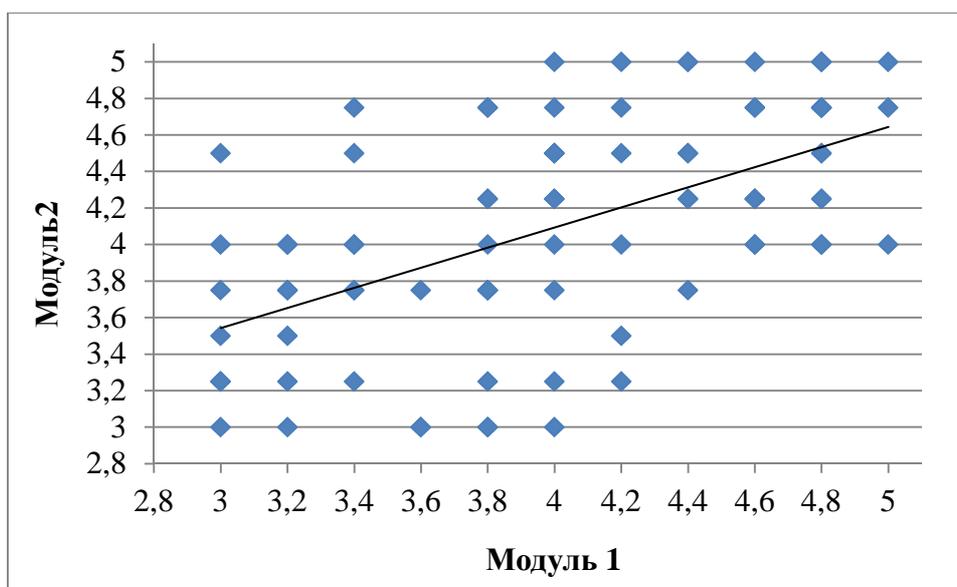


Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния данных для модели 1

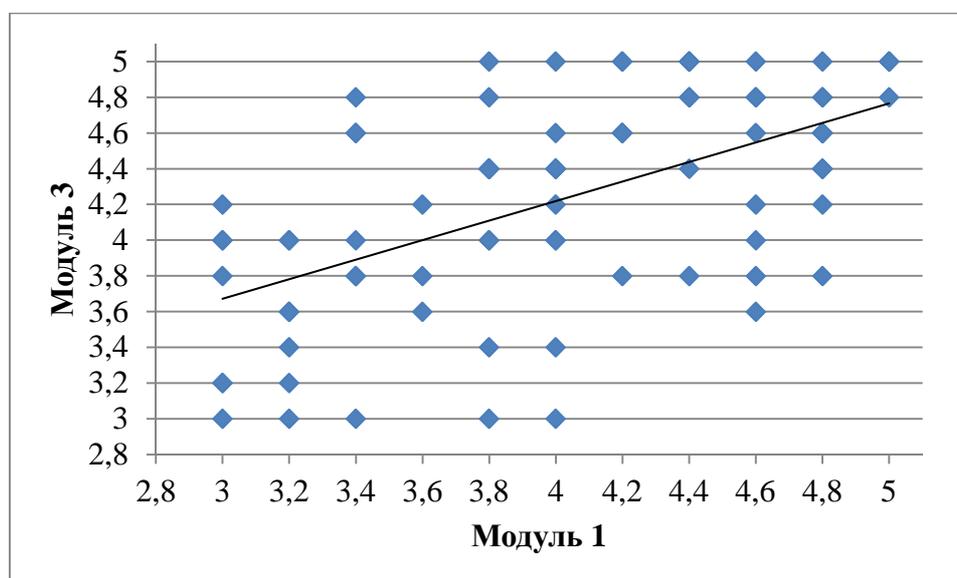


Рисунок 2 – Диаграмма рассеяния данных для модели 2

Сформулируем гипотезы по установлению формы зависимости между переменными:

H_0 : связь между всеми возможными значениями x и y носит линейный характер.

H_1 : связь между всеми возможными значениями x и y носит нелинейный характер.

В результате анализа обеих диаграмм рассеяния можно предположить линейную положительную зависимость переменной x от переменной

у и наличие линейной регрессии, то есть возможность построения линейной модели связи, которая описывается уравнением:

$$y = ax + b + e,$$

где x – фактор;

y – отклик;

a , b – коэффициенты уравнения, определяющиеся на основе метода наименьших квадратов;

e – погрешность, случайная ошибка.

Таким образом, для проведения исследования зависимости между переменными можно использовать линейную регрессионную модель.

3 Исследование тесноты связи данных

Применение параметрического статистического метода

Результаты расчета значений параметров с применением расчетных формул метода наименьших квадратов [3, с.193] для линейной формы моделей 1 и 2 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели регрессионной статистики

Параметры, обозначения	Модель 1	Модель 2
Коэффициент уравнения, a	0,5509	0,5475
Коэффициент уравнения, b	1,8889	2,0288
Коэффициент Пирсона, r	0,5541	0,5677
Коэффициент детерминации (%), R	30,6994	32,2248
Стандартная ошибка	0,5054	0,4848

Таким образом, получены следующие уравнения регрессии:

для модели 1: $y_1 \approx 0,55x + 1,89$;

для модели 2: $y_2 \approx 0,55x + 2,03$.

Оценка статистической значимости параметров моделей

По величине значения коэффициента регрессии (a) можно судить о среднем изменении отклика при изменении фактора на одну единицу. Анализ полученных уравнений регрессии показал, что с увеличением ре-

зультата у обучающихся в модуле 1 на 1 балл значение результата в модуле 2 (модуле 3) возрастает приблизительно одинаково на 0,55.

Выявлены положительные значения коэффициентов Пирсона. Положительная корреляция между случайными величинами означает, что при возрастании одной из них другая имеет тенденцию в среднем возрастать [11, с. 96]. Величины коэффициентов находятся в интервале (0,5; 0,7), поэтому характер тесноты связи по шкале Чеддока определен как «заметный».

Определим статистическую значимость выборочного коэффициента Пирсона для обеих моделей, вычислив фактическое значение t -критерия Стьюдента по формуле:

$$t_{\text{факт.1}} = \frac{|r|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \approx 5,9531; \quad t_{\text{факт.2}} \approx 6,1674,$$

где n – размерность выборки,

r – коэффициент Пирсона.

Значение критерия: $t_{\text{табл}} = 1,99$ для уровня значимости 0,05 с числом степеней свободы: $k = N - 2 = 82 - 2 = 80$ по таблице критических точек распределения Стьюдента. Значения обоих коэффициентов $t_{\text{факт.}}$ значительно превышают значение $t_{\text{табл.}}$ то есть коэффициент Пирсона значимо отличается от нуля. Таким образом, коэффициент Пирсона статистически значим.

Значение коэффициента детерминации означает:

– модель 1: у обучающихся 31% результата осваивания логики высказываний определяется их достижениями в области теории множеств, а 69% связаны с факторами влияния, не учтенными в модели;

– модель 2: у обучающихся 32% результата осваивания теории графов определяется их достижениями в области теории множеств, а 68% связаны с факторами влияния, не учтенными в модели.

Таким образом, значение коэффициента детерминации для модели 1 – 31%, для модели 2 – 32% , что превышает 30% в обоих случаях. Это означает, что прогнозирование по исследуемым моделям целесообразно.

Оценка качества уравнения регрессии

Среднее отклонение расчетных значений от фактических (средняя абсолютная ошибка аппроксимации) вычисляется по формуле:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \bar{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100 ,$$

где n – размерность выборки,

y_i – исходные значения,

$$\bar{y}_i = ax_i + b,$$

x_i – исходные значения,

a, b – коэффициенты уравнения регрессии.

Рассчитаем \bar{A} для модели 1:

$$\bar{A} = \frac{1}{82} \cdot 8,6062 \cdot 100 \approx 10,4954 \approx 10,5\% ;$$

$$\text{для модели 2: } \bar{A} = \frac{1}{82} \cdot 8,0613 \cdot 100 \approx 9,8308 \approx 9,8\% .$$

Таким образом, при прогнозе по модели 1 ошибка в среднем будет составлять 10,5%, а по модели 2 – 9,8%. Величины \bar{A} для обеих моделей не превышают значения 15%, что означает: результат является приемлемым (достоверным) и данное уравнение можно использовать в качестве уравнения регрессии.

Применение непараметрического статистического метода

При исследовании исходных данных была принята гипотеза H_0 о нормальном распределении выборки на уровне значимости $p = 0,05$ с незначительными отклонениями в значениях асимметрии от нулевого. Считается, что если распределение переменных является асимметричным или связь между переменными нелинейная, то корреляционный анализ выпол-

няется с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена [14], считающийся одним из лучших методов исследования значений дробных количественных признаков для 2-х и более переменных и с размерностью выборки, превышающей 10 элементов. Если коэффициент Пирсона рассчитывается только для нормально распределенных данных, то коэффициент Спирмена может рассчитываться без результатов исследования на нормальность данных [9].

Рассмотрим алгоритм метода Спирмена:

1. Составляется таблица значений двух выборок $x_i \in X$, $y_i \in Y$, $i = 1, \dots, n$.
2. Выполняется ранжирование данных.
3. Вычисляется значение коэффициента корреляции рангов Спирмена ρ по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d_i – разность рангов;

n – количество наблюдений [12].

Совпадающим значениям рангов присваивается сумма значения ранга, вычисленного с использованием функции РАНГ(ячейка; диапазон; 1), и поправочного коэффициента, вычисляемого по формуле:

$$(n + 1 - \text{РАНГ}(\text{ячейка; диапазон; 0}) - \text{РАНГ}(\text{ячейка; диапазон; 1}))/2.$$

Результаты вычислений занесены в матрицу рангов (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица рангов¹

Элемент выборки	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
	Ранг	Ранг с поправкой	Ранг	Ранг с поправкой	Ранг	Ранг с поправкой
1	25	30	8	11	39	45
2	36	41	1	4	9	10
3	68	73,5	29	35	34	36
4	25	30	18	23	39	45
5	36	41	18	23	39	45
6	47	49,5	53	57,5	72	77
7	80	81	75	78,5	63	67
8	68	73,5	29	35	39	45
9	47	49,5	75	78,5	72	77
10	15	18	63	68,5	52	57
11	60	63,5	42	47	52	57
12	25	30	1	4	1	3
13	80	81	29	35	72	77
14	36	41	42	47	52	57
15	15	18	18	23	16	19,5
16	22	23	1	4	16	19,5
17	36	41	8	11	1	3
18	47	49,5	8	11	16	19,5
19	68	73,5	53	57,5	63	67
20	53	56	75	78,5	72	77
21	15	18	29	35	52	57
22	8	11	1	4	6	7
23	25	30	29	35	72	77
24	53	56	18	23	16	19,5
25	8	11	8	11	24	28,5
26	68	73,5	75	78,5	72	77
27	15	18	53	57,5	63	67
28	53	56	42	47	63	67
29	68	73,5	63	68,5	39	45
30	25	30	42	47	24	28,5
31	68	73,5	42	47	16	19,5
32	60	63,5	75	78,5	34	36
33	68	73,5	63	68,5	63	67
34	8	11	29	35	9	10
35	60	63,5	29	35	24	28,5
36	47	49,5	29	35	52	57
37	1	4	1	4	1	3
38	8	11	18	23	12	13,5
39	15	18	8	11	1	3
40	8	11	29	35	24	28,5
41	36	41	42	47	39	45
42	36	41	63	68,5	24	28,5
43	68	73,5	75	78,5	52	57
44	68	73,5	42	47	52	57
45	25	30	63	68,5	39	45
46	25	30	18	23	24	28,5
47	22	23	1	4	12	13,5
48	53	56	75	78,5	72	77
49	60	63,5	29	35	63	67
50	53	56	42	47	39	45
51	36	41	29	35	24	28,5
52	36	41	75	78,5	72	77
53	25	30	63	68,5	39	45
54	60	63,5	42	47	16	19,5
55	80	81	63	68,5	72	77
56	47	49,5	15	16	52	57
57	53	56	53	57,5	72	77
58	60	63,5	42	47	12	13,5
59	68	73,5	53	57,5	52	57
60	1	4	18	23	34	36
61	1	4	8	11	6	7
62	1	4	8	11	6	7
63	1	4	29	35	16	19,5
64	15	18	29	35	24	28,5
65	1	4	53	57,5	24	28,5
66	1	4	15	16	24	28,5
67	25	30	1	4	39	45
68	60	63,5	63	68,5	72	77
69	68	73,5	63	68,5	39	45
70	47	49,5	63	68,5	52	57
71	8	11	15	16	1	3
72	36	41	53	57,5	39	45
73	22	23	18	23	34	36
74	8	11	18	23	12	13,5
75	68	73,5	63	68,5	52	57
76	25	30	18	23	9	10
77	25	30	42	47	63	67
78	36	41	53	57,5	34	36
79	60	63,5	63	68,5	63	67
80	36	41	53	57,5	39	45
81	15	18	18	23	16	19,5
82	53	56	53	57,5	63	67
Сумма	3094	3403	3031	3403	3074	3403

Правильность заполнения матрицы рангов проверяется путем сравнения сумм рангов с поправкой по столбцам и контрольной суммы, вычисляемой по формуле:

$$\sum x_{ij} = \frac{(n+1)n}{2} = \frac{(82+1)82}{2} = 3403.$$

¹ Таблицу следует просматривать в увеличенном масштабе.

В результате выполнения серии вычислений выявлено совпадение сумм рангов с поправочными коэффициентами по столбцам матрицы и контрольной суммы. Следовательно, матрица рангов составлена верно.

Оценка статистической значимости коэффициента Спирмена

Для проверки значимости коэффициента ранговой корреляции Спирмена на уровне значимости $\alpha = 0,05$ формулируют две гипотезы:

H_0 : об отсутствии связи между факторным и результативным признаками, то есть $\rho = 0$.

H_1 : о наличии связи между факторным и результативным признаками, то есть $\rho \neq 0$.

Для проверки гипотез вычисляется расчетное значение критерия Стьюдента T_p по формуле:

$$T_p = \rho \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{1-\rho^2}},$$

где k – количество степеней свободы, равное $k = n - 2$;

n – объем выборки.

Считается, что если $T_p > T_{табл.}$, то отвергается H_0 : об отсутствии связи между факторным и результативным признаками на уровне $\alpha = 0,05$ (таблица 3).

Таблица 3 – Расчетная таблица

Показатели, обозначения	Внутрикурсовые связи	Внутрипредметные связи
Коэффициент Спирмена, ρ	0,5763	0,5660
Расчетное значение, T_p .	6,3070	6,1405

По таблице критических значений t -критерия Стьюдента определяется:

$t(0,95; 80) = 1,99$. В результате анализа расчетных данных таблицы 3 выявлено, что на всех этапах $T_p > T_{табл.}$ Следовательно, нулевая гипотеза отвергается. Это означает, что между качественными признаками существует

значимая ранговая корреляционная связь и коэффициент Спирмена статистически значим.

4 Анализ результатов исследования

На протяжении всех этапов исследования были получены результаты, требующие детального изучения. В работе применены несколько статистических критериев (тестов) и методов с целью проведения достаточно тщательного исследования:

Задача 1. Определение нормальности распределения выборки:

- графический способ с построением графиков накопленных частот в виде гистограмм;
- тест Харке-Бера;

Задача 2. Выбор статистического критерия:

- t -критерий Стьюдента для равных дисперсий выборки;
- t -критерий Стьюдента для неравных дисперсий выборки;
- F -критерий Фишера;

Задача 3. Выбор статистического метода:

- метод наименьших квадратов;
- регрессионный анализ;
- метод ранговой корреляции Спирмена.

Выявлено сходство показателей внутрикурсовых и внутрипредметных связей:

- наличие линейной модели связи;
- незначительно различающиеся уравнения регрессии:
 - для модели 1: $y_1 \approx 0,55x + 1,89$;
 - для модели 2: $y_2 \approx 0,55x + 2,03$;
- близкие по величине коэффициенты Пирсона и Спирмена соответственно:
 - для модели 1: 0,5541 и 0,5763;

- для модели 2: 0,5677 и 0,5660;
- положительные значения коэффициентов Пирсона и Спирмена, что означает наличие прямой связи между данными;
- величины коэффициентов находятся в интервале (0,5; 0,7), поэтому характер тесноты связи определен как средний или заметный;
- между признаками взаимосвязь считается статистически значимой.

Следствием правильности принятия гипотезы о нормальности распределения данных явилось применение параметрических методов, результаты которых считаются более точными. Исследование подтвердило гипотезу о прямой, заметной корреляционной связи данных моделей 1 и 2, правильно выбранной линейной модели.

Выводы

В результате исследования внутрипредметных и внутрикурсовых тематических связей с применением параметрических и непараметрических статистических методов выявлено, что влияние итогов осваивания обучающимися теории множеств на результат осваивания теории графов и логики нулевого порядка примерно является одинаковым. Этот вывод является еще одним подтверждением того, что теория множеств является базовым разделом для осваивания, как логики нулевого порядка, так и теории графов.

Литература

1. Алиева, М. Е. Межпредметные связи как один из принципов современных образовательных процессов // Вестник науки и образования. 2020. №11-2 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpredmetnye-svyazi-kak-odin-iz-printsipov-sovremennyh-obrazovatelnyh-protsessov> (дата обращения: 25.12.2021).
2. Анищик, Т. А. Информационные технологии: математическое обеспечение и программные средства : Учебное пособие / Т. А. Анищик. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 95 с. – ISBN 978-5-907373-37-2.
3. Анищик, Т. А. Исследование качественных показателей результатов изучения базовых предметов выпускниками школ как основного условия успешного обучения в вузе / Т. А. Анищик, В. С. Коблянский // Политематический государственный элек-

тронный электронный научный журнал Кубанского аграрного университета. – 2020. – № 161. – С. 181-200. – DOI 10.21515/1990-4665-161-015.

4. Анищик, Т. А. Практикум по информатике : Учебно-методическое пособие / Т. А. Анищик. – Краснодар : КубГАУ, 2003. – 60 с.

5. Анищик, Т. А. Рабочая тетрадь по математическим и логическим основам информатики : Учебно-методическое пособие / Т. А. Анищик, А. С. Креймер. – Краснодар : КубГАУ, 2005. – 96 с.

6. Анищик, Т. А. Практикум по дискретной математике : Учебно-методическое пособие / Т. А. Анищик, Г. А. Аршинов. – Краснодар : КубГАУ, 2007. – 70 с.

7. Анищик, Т. А. Основные этапы обучения программированию в вузе / Т. А. Анищик // Современные информационные технологии в образовании: материалы XXIX международной конференции. – М. : Полиграфический центр Московского издательско-полиграфического колледжа им. И. Федорова, 2018. – С. 178–180.

8. Анищик, Т. А. Информатика : Учебно-методическое пособие / Т. А. Анищик. – Краснодар : КубГАУ, 2001. – 26 с.

9. Баврина А. П., Борисов И. Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. №3 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-pravila-primeneniya-korrelyatsionnogo-analiza> (дата обращения: 20.12.2021).

10. Галиев, К. С. Базы данных и СУБД : для студентов бакалавров младших курсов, изучающих дисциплину «Информатика» / К. С. Галиев, Е. К. Печурина. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 77 с.

11. Кондратенко, Л. Н. Математика и математическая статистика : Учебное пособие / Л. Н. Кондратенко, Н. А. Соловьева. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – ISBN 978-5-907430-06-8.

12. Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных / А. Д. Наследов. – СПб. : Речь, 2012. – 392 с.

13. Решетникова, И. С. Методические аспекты учета межпредметных связей в образовательном процессе // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-ucheta-mezhpredmetnyh-svyazey-v-obrazovatelnom-protssesse> (дата обращения: 29.09.2021).

14. Унгурияну Т. Н., Гржибовский А. М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkie-rekomendatsii-poropisaniyu-statisticheskomu-analizu-i-predstavleniyu-dannyh-v-nauchnyh-publikatsiyah> (дата обращения: 15.12.2021).

15. Чичко Ю. В. Интегрированное занятие как активный метод обучения в образовательном процессе // ИСОМ. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannoe-zanyatie-kak-aktivnyy-metod-obucheniya-v-obrazovatelnom-protssesse> (дата обращения: 11.01.2022).

References

1. Alieva, M. E. Mezhpredmetnye svyazi kak odin iz principov sovremennyh obrazovatel'nyh processov // Vestnik nauki i obrazovaniya. 2020. №11-2 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpredmetnye-svyazi-kak-odin-iz-printsipov-sovremennyh-obrazovatelnyh-protssessov> (data obrashheniya: 25.12.2021).

2. Anishhik, T. A. Informacionnye tehnologii: matematicheskoe obespechenie i programmnye sredstva : Uchebnoe posobie / T. A. Anishhik. – Krasnodar : KubGAU, 2020. – 95 s. – ISBN 978-5-907373-37-2.

3. Anishhik, T. A. Issledovanie kachestvennykh pokazatelej rezul'tatov izuchenija bazovykh predmetov vypusknikami shkol kak osnovnogo uslovija uspehnogo obuchenija v vuze / T. A. Anishhik, V. S. Kobljanskij // Politematicheskij gosudarstvennyj jelektronnyj zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 161. – S. 181-200. – DOI 10.21515/1990-4665-161-015.

4. Anishhik, T. A. Praktikum po informatike : Uchebno-metodicheskoe posobie / T. A. Anishhik. – Krasnodar : KubGAU, 2003. – 60 s.

5. Anishhik, T. A. Rabochaja tetrad' po matematicheskim i logicheskim osnovam informatiki : Uchebno-metodicheskoe posobie / T. A. Anishhik, A. S. Krejmer. – Krasnodar : KubGAU, 2005. – 96 s.

6. Anishhik, T. A. Praktikum po diskretnoj matematike : Uchebno-metodicheskoe posobie / T. A. Anishhik, G. A. Arshinov. – Krasnodar : KubGAU, 2007. – 70 s.

7. Anishhik, T. A. Osnovnye jetapy obuchenija programmirovaniju v vuze / T. A. Anishhik // Sovremennye informacionnye tehnologii v obrazovanii: materialy XXIX mezhdunarodnoj konferencii. – M. : Poligraficheskij centr Moskovskogo izdatel'skopoligraficheskogo kolledzha im. I. Fedorova, 2018. – S. 178–180.

8. Anishhik, T. A. Informatika : Uchebno-metodicheskoe posobie / T. A. Anishhik. – Krasnodar : KubGAU, 2001. – 26 s.

9. Bavrina A. P., Borisov I. B. Sovremennye pravila primeneniya korreljacionno-go analiza // Medicinskij al'manah. 2021. №3 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-pravila-primeneniya-korrelyatsionnogo-analiza> (data obrashhenija: 20.12.2021).

10. Galiev, K. S. Bazy dannyh i SUBD : dlja studentov bakalavrov mladshih kursov, izuchajushhij disciplinu «Informatika» / K. S. Galiev, E. K. Pechurina. – Krasnodar : KubGAU, 2015. – 77 s.

11. Kondratenko, L. N. Matematika i matematicheskaja statistika : Uchebnoe posobie / L. N. Kondratenko, N. A. Solov'eva. – Krasnodar : KubGAU, 2021. – ISBN 978-5-907430-06-8.

12. Nasledov, A. D. Matematicheskie metody psihologicheskogo issledovanija. Analiz i interpretacija dannyh / A. D. Nasledov. – SPb. : Rech', 2012. – 392 s.

13. Reshetnikova, I. S. Metodicheskie aspekty ucheta mezhpredmetnyh svyazej v obrazovatel'nom processe // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-ucheta-mezhpredmetnyh-svyazey-v-obrazovatel'nom-protsesse> (data obrashhenija: 29.09.2021).

14. Ungurjanu T. N., Grzhibovskij A. M. Kratkie rekomendacii po opisaniju, statisticheskomu analizu i predstavleniju dannyh v nauchnyh publikacijah // Jekologija cheloveka. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkie-rekomendatsii-po-opisaniyu-statisticheskomu-analizu-i-predstavleniyu-dannyh-v-nauchnyh-publikatsiyah> (data obrashhenija: 15.12.2021).

15. Chichko Ju. V. Integrirovannoe zanjatie kak aktivnyj metod obuchenija v obrazovatel'nom processe // ISOM. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannoe-zanyatie-kak-aktivnyy-metod-obucheniya-v-obrazovatel'nom-protsesse> (data obrashhenija: 11.01.2022).