

УДК 20.15.05

UDC 20.15.05

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление

Computer science, computer facilities and management

**К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НЕДВИЖИМОСТИ В
Г. КРАСНОДАРЕ**

**CONSTRUCTING A MATHEMATICAL MODEL
OF PRICING FOR REAL ESTATE IN
KRASNODAR**

Ларина Ирина Борисовна

Larina Irina Borisovna

к.п.н.

Candidate of Pedagogical Sciences

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», 352900, Россия, г. Армавир, ул. Розы Люксембург, 159

Armavir State Pedagogical University, 352900 Russia, Armavir, Rosa Luxemburg, 159

Колосова Наталия Сергеевна

Kolosova Nataliya Sergeyevna

Дьяченко Роман Александрович

Dyachenko Roman Aleksandrovich

д.т.н.

Dr.Sci.Tech.

ФГБОУ «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2

Kuban State Technological University, 350072 Russia, Krasnodar, Moskovskaya, 2

Фомченко Жанна Анатольевна

Fomchenko Zhanna Anatolievna

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», 352900, Россия, г. Армавир, ул. Розы Люксембург, 159

Armavir State Pedagogical University, 352900 Russia, Armavir, Rosa Luxemburg, 159

Бельченко Илья Владимирович

Belchenko Ilya Vladimirovich

ФГБОУ «Кубанский государственный университет», 350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Kuban State University, 350040 Russia, Krasnodar, Stavropolskaya, 149

В данной статье предложена методика определения стоимости 1 кв. м. квартир на примере г. Краснодара, что особенно актуально в связи необходимостью достоверной и обоснованной оценки стоимости недвижимости в условиях современной рыночной экономики. Проведен анализ данных по квартирам г. Краснодара с сайта Региональной энергетической комиссии - департамента цен и тарифов Краснодарского края. Проведен разведочный анализ имеющихся данных на предмет выбросов и незначимых данных (при помощи построения линейных графиков и диаграмм рассеяния). Выполнена проверка наличия возможных зависимостей между наблюдениями и между переменными (построены корреляционные матрицы). Отобраны переменные, связанные линейной зависимостью, построены регрессионные модели для переменной «Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.» (множественная регрессия). С помощью регрессионного анализа как метода математической статистики выявлена форма аналитической зависимости результирующего от предикторов, а также степень этой зависимости

This study proposes a method of determining the cost of 1 sq. m. apartment on the example of Krasnodar, which is especially important in connection with the necessity of reliable and valid assessment of the property value in a modern market economy. We have performed an analysis of data on apartments in Krasnodar from the site of the Regional Energy Commission - prices and tariffs department of the Krasnodar region. We have also had an exploratory analysis of available data on the subject of emissions and insignificant data (by constructing line graphs and scatter plots); we have also checked for possible dependencies between observations and between variables (built correlation matrix). We have selected variables is linear, the regression model for the variable "cost of 1 sq. m the total area, ths. rub. "(multiple regression). Using regression analysis as a method of mathematical statistics we have revealed a form of analytical dependence of the result of the predictor variables and the degree of this dependence

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, REAL

Doi: 10.21515/1990-4665-131-098

Введение

Ценообразование на рынке недвижимости — результат последней продажи и переговоров между участниками совершающейся сделки. Отсюда — ценообразование на рынке ценных бумаг более динамично, чем на рынке недвижимости, а колебания цен более часты. Цена любого объекта недвижимости, будь то квартира, офис или коттедж, определяется влиянием целого набора внешних факторов. Различные причины определяют то, что один объект дороже другого и наоборот, а также то, что недвижимость в целом дорожает или дешевеет. Таким образом, исследование ценообразования недвижимости актуально.

Исходные данные по квартирам г. Краснодара взяты с сайта Региональной энергетической комиссии - департамента цен и тарифов Краснодарского края [1]. Они охватывают период с августа 2011 по август 2013 года. Данные о среднем номинальном курсе доллара США к рублю за период получены с сайта Центрального Банка России [2].

Исходный файл с данными `krasnodar_kvartiri.stw` содержит 8 переменных и 35653 наблюдений (Рисунок 1).

Полные данные									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Местоположение объекта (район, улица)	Этажное расположение квартиры	Кол-во этажей в доме	Кол-во комнат	Общая площадь квартиры, кв.м.	Жилая площадь квартиры, кв.м.	Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.	Средний номинальный курс доллара США к рублю за период	Период	
01.08.2011	1	5	10	1	60	20	48,3333333	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	3	5	1	30	18	73,3333333	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	1	4	1	56		37	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	3	4	1	38		43,4210526	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	1	9	1	35,5	17,5	54,9295775	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	5	16	1	40	20	47,5	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	1	3	1	38,1	18	44,6194226	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1		7	1	31		37	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	5	5	1	41	20	51,2195122	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	1	4	1	36	19	38,8888889	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	7	9	1	32	18	56,25	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	6	9	1	42	25	52,3809524	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	3	7	1	56	22	53,5714286	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	15	16	1	40	20	45	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	6	7	1	55	24	43,6363636	28,77 01.08.2011	
01.08.2011	1	1	3	1	33	18	51,5151515	28,77 01.08.2011	

Рис. 1 - Исходная таблица данных из файла Krasnodar_kvartiri.stw

В названии наблюдений указан временной интервал: месяц и год. Каждое наблюдение содержит данные за соответствующий временной интервал. Девятая переменная «Период» дублирует месяц и год в имени наблюдения. В первой переменной «Местоположение объекта» по порядку зашифрованы районы г. Краснодара:

1. 40 лет победы;
2. Авиагородок;
3. ГМР;
4. ЖМР (микрорайон им.Жукова);
5. завод Седина;
6. ЗИП;
7. кинотеатр Аврора;
8. КМР;
9. Мосты;
10. ПМР (Пашковский);
11. Российская;
12. СМР (Славянский);
13. Табачная фабрика;

14. ФМР;
15. Центр;
16. ЧМР;
17. Школьная;
18. ЮМР.

Список всех переменных представлен на рисунке 2.

Номер	Переменная
1	Местоположение объекта (район, улица)
2	Этажное расположение квартиры
3	Количество этажей в доме
4	Количество комнат
5	Общая площадь квартиры, кв. м
6	Жилая площадь квартиры, кв. м
7	Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.
8	Средний номинальный курс доллара США к рублю за период
9	Период

Рисунок 2 – Исследуемые переменные

Целью исследования является разработка наиболее точной модели анализа стоимости недвижимости в условиях рынка недвижимости г. Краснодара.

Объектом исследования является процесс ценообразования недвижимости в г. Краснодаре.

Предметом исследования является математическая модель ценообразования недвижимости в г. Краснодаре.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проведение разведочного анализа имеющихся данных на предмет выбросов и незначимых данных (при помощи построения линейных графиков и диаграмм рассеяния);

– проверка наличия возможных зависимостей между наблюдениями и между переменными (построение корреляционных матриц);

– отбор переменных, связанных линейной зависимостью, построение регрессионной модели для переменной «Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.» (множественная регрессия).

Предлагаемое решение

В качестве одного из решений проблем связанных с прогнозированием ценообразования недвижимости в г. Краснодаре предлагается применение регрессионного анализа как метода математической статистики [3,4].

В рамках исследования была построена регрессионная модель для переменной «Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.». Диаграмма рассеяния переменных «Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.» и «Местоположения объекта» представлена на рисунке 2.

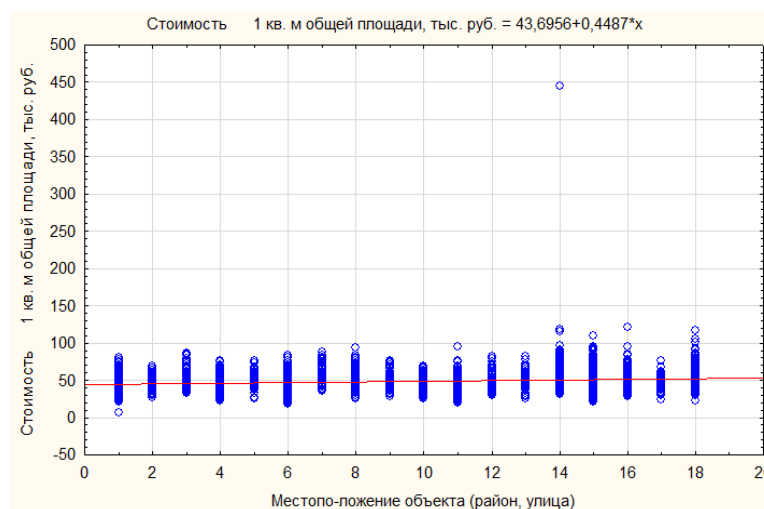


Рисунок 2 - Диаграмма рассеяния зависимой переменной (№ 8) и местоположения объекта (№ 1)

В ходе исследования проведена перешифровка районов г. Краснодара от 1 до 18, где самым ценным районом (с шифром 1) будет Фестивальный микрорайон (ранее № 14), наименее ценным - ЛМР (ранее № 10):

1. ФМР;
2. Центр;
3. ЮМР;
4. ГМР;
5. ЧМР;
6. кинотеатр Аврора;
7. ЗИП;
8. КМР;
9. Российская;
10. 40 лет Победы;
11. ЖМР;
12. СМР;
13. Табачная фабрика;
14. Мосты;
15. завод Седина;
16. Авиагородок;
17. Школьная;
18. ЛМР.

Параметры «Этажное расположение квартиры» и «Количество этажей в доме» заменены одним параметром «Хороший/плохой этаж». Хорошими в дальнейшем будут считаться этажи не являющиеся первыми и последними, значение 1. В противном случае значение параметра – 0 [5].

В ходе исследования были построены диаграммы рассеяния, проведена нормализация данных путем избавления от явных выбросов. Диаграмма зависимости стоимости 1 кв. м общей площади, тыс. руб. от местоположения объекта представлена на рисунке 3. На данном графике явно прослеживается линейная зависимость.

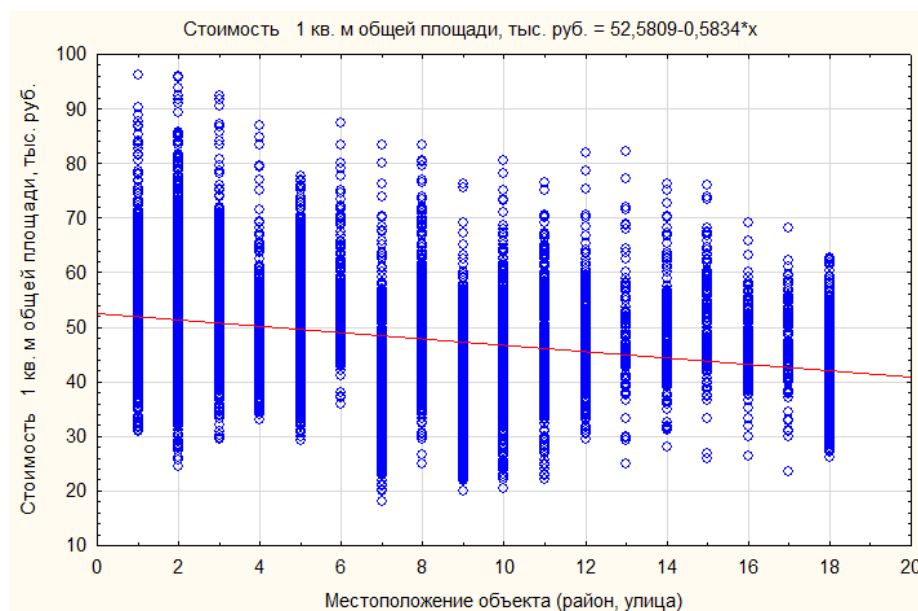


Рисунок 3 - Диаграмма рассеяния зависимой переменной (№ 8) и местоположения объекта (№ 1)

В соответствии с задачей исследования, а именно выявлением линейной зависимости между предикторами и откликом, в регрессионную модель включены переменные с наиболее очевидной линейной зависимостью №1 (Район), № 3 (Количество комнат) и № 8 (Средний номинальный курс доллара США к рублю за период). Матрицы корреляций для каждого из параметров позволяют проверить предположение относительно линейной зависимости и учесть возможные сильные корреляции между переменными при построении регрессионной модели [6,7]. Матрица корреляций исследуемых параметров представлена на рисунке 4.

Переменная	Средние	Ст.откл.	Местоположение объекта (район, улица)	Хороший/плохой этаж	Кол-во комнат	Общая площадь квартиры, кв. м.	Жилая площадь квартиры, кв. м.	Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.	Средний номинальный курс доллара США к рублю за период	Период
Местоположение объекта (район, улица)	7,32	4,8075	1,000000	0,020885	-0,111238	-0,052758	-0,094796	-0,270995	0,052227	0,030130
Хороший/плохой этаж	0,65	0,4754	0,020885	1,000000	-0,064665	0,070098	-0,006618	-0,041252	0,018668	0,030565
Кол-во комнат	1,96	0,8060	-0,111238	-0,064665	1,000000	0,736511	0,842229	0,123769	-0,027765	-0,052951
Общая площадь квартиры, кв. м.	55,33	18,6034	-0,052758	0,070098	0,736511	1,000000	0,871768	0,029885	-0,017181	-0,037682
Жилая площадь квартиры, кв. м.	31,61	12,4946	-0,094796	-0,006618	0,842229	0,871768	1,000000	0,073591	-0,025107	-0,059547
Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.	48,26	10,0392	-0,270995	-0,041252	0,123769	0,029885	0,073591	1,000000	0,007913	0,056778
Средний номинальный курс доллара США к рублю за период	31,15	1,0963	0,052227	0,018668	-0,027765	-0,017181	-0,025107	0,007913	1,000000	0,509181
Период	41141,80	229,1898	0,030130	0,030565	-0,052951	-0,037682	-0,059547	0,056778	0,509181	1,000000

Рисунок 4 - Матрица корреляций исследуемых параметров

Так как есть пропущенные данные, корреляционная матрица построена с опцией попарного удаления пропущенных данных.

Результаты в виде итоговой таблицы регрессии представлены на рисунке 5.

		Итоги Гребневой регрессии для зависимой переменной: Стоимость 1 м.кв. общей площади, тыс. руб.						
		I=,10000 R= ,27525226 R2= ,07576381 Скоррект. R2 ,07568553 F(3,35422)=967,90 p<0,0000 Станд. ошибка оценки: 9,6518						
N=35426		БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	В	Ст.Ош. В	t(35422)	p-знач.	Пригодн N
Св.член				43,81402	1,398753	31,3236	0,000000	
Местоположение объекта (район, улица)		-0,238351	0,004900	-0,49773	0,010233	-48,6387	0,000000	35426
Кол-во комнат		0,088938	0,004896	1,10773	0,060986	18,1637	0,000000	35426
Средний номинальный курс доллара США		0,020755	0,004877	0,19006	0,044659	4,2558	0,000021	35426

Рисунок 5 - Результаты регрессионного анализа данных

Проверка адекватности полученной модели показала, что все переменные полученной модели являются значимыми (p-уровень < 0,05).

Для проверки гипотезы о нулевых значениях коэффициентов регрессии (т.е. об отсутствии линейной связи между зависимой переменной и влияющими на нее факторами) используется F-статистика Фишера. Гипотеза отклоняется при малом уровне значимости. В нашем случае (см. рис. 5) значение F-статистики = 967,9 при уровне значимости $p < 0,0000$, т.е. гипотеза об отсутствии линейной связи отклоняется.

Результаты, полученные при анализе остатков, являются важным дополнением к значению коэффициента детерминации при проверке адекватности построенной модели. Остатки и предсказанные значения регрессионной модели данных представлены на рисунке 6.

Предсказанные значения и остатки (krasnodar_kvartiri_160116)									
Зависимая перемен.: Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.									
Набл. No.	Наблюд. Значение	Предсказанное значение	Остатки	Станд. предск.	Станд. Остатки	Ст.Ош. предск.	Махалан. расст.	Удален. Остатки	Кука расст.
1	48,33333	45,41247	2,9209	-1,03008	0,30262	0,135112	5,94195	2,9214	0,000004
2	73,33334	45,41247	27,9209	-1,03008	2,89282	0,135112	5,94195	27,9263	0,000410
3	37,00000	45,41247	-8,4125	-1,03008	-0,87160	0,135112	5,94195	-8,4141	0,000037
4	43,42105	45,41247	-1,9914	-1,03008	-0,20633	0,135112	5,94195	-1,9918	0,000002
5	54,92958	45,41247	9,5171	-1,03008	0,98605	0,135112	5,94195	9,5190	0,000048
6	47,50000	45,41247	2,0875	-1,03008	0,21628	0,135112	5,94195	2,0879	0,000002
7	44,61942	45,41247	-0,7930	-1,03008	-0,08217	0,135112	5,94195	-0,7932	0,000000
8	37,00000	45,41247	-8,4125	-1,03008	-0,87160	0,135112	5,94195	-8,4141	0,000037
9	51,21951	45,41247	5,8070	-1,03008	0,60165	0,135112	5,94195	5,8082	0,000018
10	38,88889	45,41247	-6,5236	-1,03008	-0,67589	0,135112	5,94195	-6,5249	0,000022
11	56,25000	45,41247	10,8375	-1,03008	1,12285	0,135112	5,94195	10,8397	0,000062
12	52,38095	45,41247	6,9685	-1,03008	0,72199	0,135112	5,94195	6,9698	0,000026
13	53,57143	45,41247	8,1590	-1,03008	0,84533	0,135112	5,94195	8,1606	0,000035
14	45,00000	45,41247	-0,4125	-1,03008	-0,04274	0,135112	5,94195	-0,4126	0,000000
15	43,63636	45,41247	-1,7761	-1,03008	-0,18402	0,135112	5,94195	-1,7765	0,000002
16	51,51515	45,41247	6,1027	-1,03008	0,63228	0,135112	5,94195	6,1039	0,000020
17	24,00000	45,41247	-21,4125	-1,03008	-2,21850	0,135112	5,94195	-21,4167	0,000241
18	48,97959	45,41247	3,5671	-1,03008	0,36958	0,135112	5,94195	3,5678	0,000007
19	55,84642	45,41247	10,4339	-1,03008	1,08104	0,135112	5,94195	10,4360	0,000057
20	34,52381	45,41247	-10,8887	-1,03008	-1,12815	0,135112	5,94195	-10,8908	0,000062
21	53,12500	45,41247	7,7125	-1,03008	0,79908	0,135112	5,94195	7,7140	0,000031
22	43,47826	45,41247	-1,9342	-1,03008	-0,20040	0,135112	5,94195	-1,9346	0,000002
23	44,87180	45,41247	-0,5407	-1,03008	-0,05602	0,135112	5,94195	-0,5408	0,000000
24	31,00000	45,41247	-14,4125	-1,03008	-1,49324	0,135112	5,94195	-14,4153	0,000109
25	31,00000	45,41247	-14,4125	-1,03008	-1,49324	0,135112	5,94195	-14,4153	0,000109
26	36,25000	45,41247	-9,1625	-1,03008	-0,94930	0,135112	5,94195	-9,1643	0,000044

Рисунок 6 - Остатки и предсказанные значения регрессионной модели данных

На основе полученных данных построен линейный график, отображающий наблюдаемые и предсказанные значения. Результат представлен на рисунке 7. На графике видно, что построенная модель регрессии показывает стоимость 1 кв. м. общей площади достаточно близко к реальным данным.

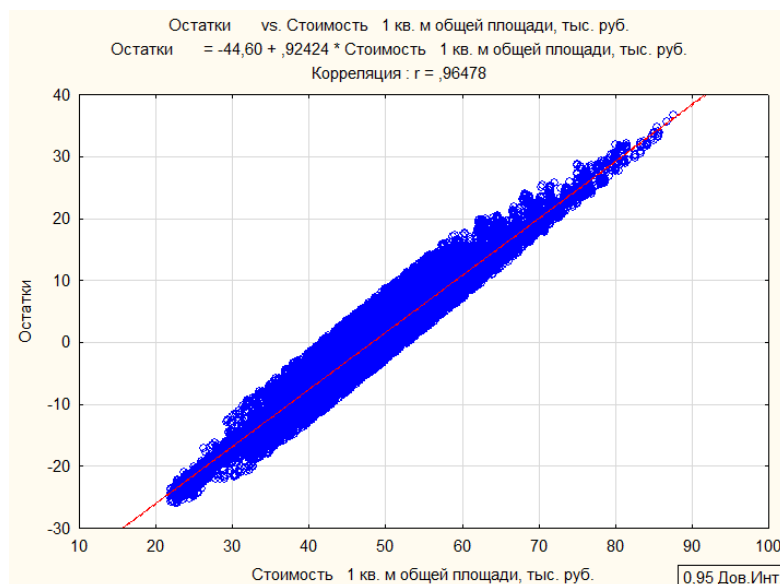


Рисунок 7 - Наблюдаемые и предсказанные значения вместе с 0.95 верхним и нижним доверительным интервалами

Для модели с гребневой регрессией на основе проведенного множественного регрессионного анализа зависимая переменная «Средний номинальный курс доллара США к рублю за период» может быть представлена как:

$$x_7 = 43,02 - 0,55x_1 + 1,18x_4 + 0,22x_8,$$

где x_1 - местоположение объекта (район);

x_4 - количество комнат;

x_7 - стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.;

x_8 - средний номинальный курс доллара США к рублю за период.

Заключение и вывод

В результате исследования была разработана математическая модель ценообразования в г. Краснодаре.

Применение регрессионной модели в оценке недвижимости позволило установить закономерность и степень влияния исследуемых ценообразующих факторов на результирующий показатель «Стоимость 1 кв. м общей площади, тыс. руб.». С помощью регрессионного анализа как метода математической статистики выявлена форма аналитической зависимости результирующего от предикторов, а также степень этой зависимости.

Литература

1. Бельченко В.Е. Технология организации Web-сайта учебного заведения // Высшее образование в России. 2014. № 4. С. 97-101.
2. Коновалов Д.П., Дьяченко Р.А., Богданов В.В. Современные средства разработки WEB-приложений. Сравнительный анализ // Сборник III Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 52-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. 2013. С. 303-306.
3. Фишер А.В., Дьяченко Р.А., Лоба И.С. Организация хранения хронологических данных в базах данных систем мониторинга и прогнозирования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012/ № 79. С. 271-280.
4. Дьяченко Р.А., Бельченко И.В., Терехов В.В. Иллюстрация применения метода дельфи для решения задачи выбора направления развития предприятия // Автоматизированные информационные и электроэнергетические системы. 2012. С. 243-244.
5. Шароватов А.С., Лоба И.С., Решетняк М.Г. Разработка алгоритма поиска оптимальной модели // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 77. С. 413-422.
6. Кучер В.А., Магомадов А.С., Чигликова Н.Д., Дьяченко Р.А. Обеспечение информационной безопасности вычислительной сети с использованием интеллектуальных систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 110. С. 1811-1816.
7. Атрощенко В.А., Руденко М.В., Дьяченко Р.А., Багдасарян Р.Х. К вопросу организации хранения данных в мобильном приложении // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2014. № 1. С. 189-197.

References:

1. Bel'chenko V.E. Tehnologija organizacii Web-sajta uchebnogo zavedenija // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2014. № 4. S. 97-101.
2. Konovalov D.P., D'jachenko R.A., Bogdanov V.V. Sovremennye sredstva razrabotki WEB-prilozhenij. Sravnitel'nyj analiz // Sbornik III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, posvjashhennaja 52-j godovshhine poleta Ju.A. Gagarina v kosmos. 2013. S. 303-306.
3. Fisher A.V., D'jachenko R.A., Loba I.S. Organizacija hranenija hronologicheskikh dannyh v bazah dannyh sistem monitoringa i prognozirovanija // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2012/ № 79. S. 271-280.
4. D'jachenko R.A., Bel'chenko I.V., Terehov V.V. Illjustracija primenenija metoda del'fi dlja reshenija zadachi vybora napravlenija razvitija predpriyatija // Avtomatizirovannye informacionnye i jelektrojenergeticheskie sistemy. 2012. S. 243-244.
5. Sharovатов A.S., Loba I.S., Reshetnjak M.G. Razrabotka algoritma poiska optimal'noj modeli // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2012. № 77. S. 413-422.
6. Kucher V.A., Magomadov A.S., Chiglikova N.D., D'jachenko R.A. Obespechenie informacionnoj bezopasnosti vychislitel'noj seti s ispol'zovaniem intellektual'nyh sistem // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2015. № 110. S. 1811-1816.
7. Atroshhenko V.A., Rudenko M.V., D'jachenko R.A., Bagdasarjan R.H. K voprosu organizacija hranenija dannyh v mobil'nom prilozhenii // Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. 2014. № 1. S. 189-197.