

# КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ЛЮДНОСТИ ГОРОДОВ И ВЕЛИЧИНЫ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

**Н.В. Фирсова**

*ГОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»,  
г. Воронеж*

**Ключевые слова и фразы:** речные геосистемы; урбосистемы Центрально-Черноземного региона (ЦЧР); ранжирование городов и рек; корреляционно-регрессионный анализ; прогнозирование.

**Аннотация:** На примере 50 городов ЦЧР исследованы особенности размещения урбосистем в природно-климатических условиях равнинного ландшафта. Выявлено, что все города региона являются приречным типом поселений. На основе полученных данных доказана тесная взаимосвязь величины города с классом реки, что позволяет прогнозировать характер развития урбосистем региона.

Водные потоки во все исторические периоды были определяющими для развития сети поселений. Речные геосистемы имеют определяющее значение для перемещения потоков живого и косного вещества, они обладают «резко ускоренной миграцией химических элементов и высокой напряженностью биопродукционных процессов» [1]. Доказано, что гидрографическая сеть, отражающая строение земной коры, обладает высокой устойчивостью направления течений. Изучение речных бассейнов стало ведущим принципом в анализе экологических процессов, происходящих на той или иной территории. Исследования развития сети поселений на крупных реках доказывают прямую связь хозяйственно-экономической роли и людности поселений с величиной рек [1, 2, 3]. Данная закономерность отмечена и в размещении городов на территории Центрально-Черноземного региона России [4], однако детальных исследований взаимосвязи величины городов и рек ЦЧР не проводилось.

## **Материалы и методы исследований**

Объектами исследований были выбраны города Центрально-Черноземного региона, в который входят пять областей: Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская. ЦЧР расположен на территории трех речных бассейнов: Днепровского (Курская и Белгородская области), Донского (Воронежская, Липецкая области, частично территории Курской, Белгородской и Тамбовской областей) и Окского (большая часть Тамбовской области). Всего на территории ЦЧР расположено 50 городов с численностью от 6 тыс. жит. (Короча, Грайворон) до 900 тыс. жит. (Воронеж).

В работе использованы картографические материалы, статистические данные, материалы проектов районной планировки и территориального планирования, проекты генеральных планов и проекты застройки территорий городов. На исследуемой территории выделено 5 основных классов городов и 5 классов рек.

В исследовании использовался корреляционно-регрессионный анализ [5]. Поскольку классы рек и городов можно отнести к приблизительным данным, то есть к таким количественным характеристикам, которые нельзя точно измерить, для оценки взаимосвязи между ними и выявления закономерностей их соответствия был применен ранговый коэффициент корреляции ( $\rho$ ).

Для вывода о наличии или отсутствии статистически достоверной корреляционной связи между исследуемыми показателями использовался критерий Стьюдента.

## **Результаты работы и их обсуждение**

Для выявления взаимосвязи величины города с величиной реки высказывалось предположение, что: 1) класс города по численности населения не превышает класса реки, 2) чем выше класс реки, тем большее количество городов расположено на ее берегах.

В соответствии с общепринятой классификацией выделены малые, средние, большие, крупные и крупнейшие города с численностью населения: менее 50, 50–100, 100–250, 250–500, 500–1000 тыс. жителей. В их числе 35 малых, 7 средних, 3 больших (Мичуринск, Старый Оскол, Елец), 4 крупных (Липецк, Курск, Тамбов, Белгород) и 1 крупнейший город (Воронеж) [6].

В основу ранжирования рек положена классификация Огиевского по длине реки и площади водосборного бассейна [7]. За основной показатель взята длина реки, выделены совсем малые, очень

малые, малые, средние и большие реки: длиной менее 100, 100–250, 250–500, 500–1000 и 1000–2000 км (табл. 1).

Составлен реестр «городских» рек, в который вошло 62 реки. К числу совсем малых рек отнесено 26 рек, к числу очень малых – 20 рек, к числу малых – 8 рек (Оскол, Ворскла, Ворона, Битюг, Воронеж, Сосна, Цна, Савала), к числу средних 3 реки (Хопер, Сейм, Псел), к числу больших – 2 реки (Дон и Северский Донец) (табл.1).

При сравнительном анализе класса рек и городов, из нескольких рек разной величины, протекающих по территории одного города, учитывалась наиболее крупная. Таким образом, из 62 рек была выбрана 31 река [8].

Нами выявлена закономерность, что класс города, как правило, не выше класса реки, поскольку установленный факт наблюдается в 94 % случаев. Исключение составляют лишь города Липецк, Тамбов и Железнодорожск, класс которых выше класса реки (табл. 2).

Таблица 1

Ранжирование городов и рек Центрально-Черноземного региона							
Классы рек	Длина реки, км	Реки	Число рек	Классы городов	Население, тыс. чел.	Города	Число городов
1	менее 100	совсем малые	29	1	менее 50	малые	35
2	100–250	очень малые	20	2	50–100	средние	7
3	250–500	малые	8	3	100–250	большие	3
4	500–1000	средние	3	4	250–500	крупные	4
5	1000–2000	большие	2	5	500–1000	крупнейшие	1
Итого			62				50

Таблица 2

#### Результаты классификации рек и городов и оценка взаимосвязи между ними

Название реки	Класс реки (X <sub>1</sub> )	Название города	Класс города (X <sub>2</sub> )	X <sub>1</sub> – X <sub>2</sub>	(X <sub>1</sub> – X <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	Совпадение классов	Класс города не выше класса реки
Оскол	3	Старый Оскол	3	0	0	+	1
Оскол	3	Валуйки	1	2	4		1
Оскол	3	Новый Оскол	1	2	4		1
Северский Донец	5	Шебекино	1	4	16		1
Северский Донец	5	Белгород	4	1	1		1
Тихая Сосна	2	Алексеевка	1	1	1		1
Ворскла	3	Грайворон	1	2	4		1
Корочка	1	Короча	1	0	0	+	1
Дон	5	Воронеж	5	0	0	+	1
Дон	5	Лиски	2	3	9		1
Дон	5	Нововоронеж	1	4	16		1
Дон	5	Семилуки	1	4	16		1
Дон	5	Павловск	1	4	16		1
Дон	5	Лебедянь	1	4	16		1
Дон	5	Задонск	1	4	16		1
Дон	5	Данков	1	4	16		1
Усмань	2	Усмань	1	1	1		1
Ворона	3	Кирсанов	1	2	4		1
Ворона	3	Уварово	1	2	4		1
Хопер	4	Борисоглебск	2	2	4		1

Продолжение табл. 1

Хопер	4	Новохоперск	1	3	9		1
Хопер	4	Поворино	1	3	9		1
Черная Калитва	2	Россошь	2	0	0	+	1
Тихая Сосна	2	Острогожск	1	1	1		1
Битюг	3	Бобров	1	2	4		1
Осередь	1	Бутурлиновка	1	0	0	+	1
Подгорная	2	Калач	1	1	1		1
Богучарка	2	Богучар	1	1	1		1
Большой Эртиль	1	Эртиль	1	0	0	+	1
Сейм	4	Курск	4	0	0	+	1
Сейм	4	Курчатов	1	3	9		1
Сейм	4	Льгов	1	3	9		1
Сейм	4	Рыльск	1	3	9		1
Речица	1	Железногорск	2	-1	1		
Щигор	2	Щигры	1	1	1		1
Суджа	2	Суджа	1	1	1		1
Свапа	2	Дмитриев-Льговский	1	1	1		1
Псел	4	Обоянь	1	3	9		1
Усожа	2	Фатеж	1	1	1		1
Воронеж	3	Липецк	4	-1	1		
Воронеж	3	Мичуринск	3	0	0	+	1
Матыра	2	Грязи	1	1	1		1
Сосна	3	Елец	3	0	0	+	1
Становая Ряса	2	Чаплыгин	1	1	1		1
Цна	3	Тамбов	4	-1	1		
Цна	3	Котовск	1	2	4		1
Цна	3	Моршанск	2	1	1		1
Пурсовка	1	Кирсанов	1	0	0	+	1
Нару-Тамбов	2	Рассказово	2	0	0	+	1
Савала	3	Жердевка	1	2	4		1

Ранговый коэффициент корреляции
Удельный вес совпадения классов (%)
Класс города ниже или равна классу реки (%)

Удельный вес полного совпадения классов городов и классов рек составляет 22 %. Высокое значение коэффициента ранговой корреляции ( $\rho = 0,99$ ) свидетельствует о статистической взаимосвязи между классом реки и классом города.

Для определения характера зависимости между величиной реки и количеством расположенных на данных реках городах использовался регрессионный анализ. Регрессионный анализ подразумевает установление формы корреляционной связи, то есть вида математического уравнения регрессии с определением коэффициентов регрессии. Коэффициенты регрессии рассчитываются по формулам или с использованием компьютерных программ.

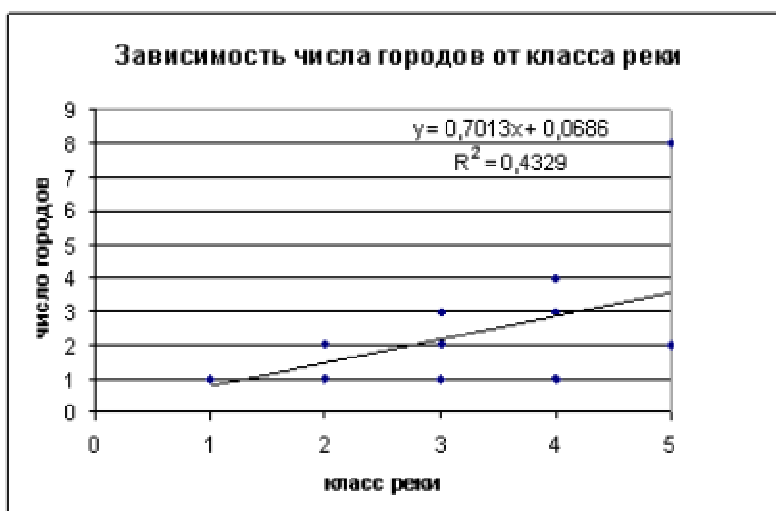


Рис. 1. Зависимость числа городов от класса реки

Для оценки адекватности (то есть надежности применения математической модели) используют коэффициент достоверности аппроксимации. Чем ближе величина достоверности аппроксимации к 1, тем уравнение точнее описывает взаимосвязь.

Анализ показал, что форма зависимости числа городов от класса реки носит характер линейной зависимости с достаточно высоким коэффициентом достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,43$  (рис. 1).

Таким образом, подтверждается факт, что чем выше класс реки, тем большее число городов расположено на берегах данной реки. Так, для 1 класса, к которому отнесено 28 рек, характерно наличие только одного города, для 2 класса (18 рек) – 1–2 города, для 3 класса (8 рек) – 1–3 города, для 4-го (4 реки) – от 1 до 4 городов, 5-го (2 реки) – от 2 до 8 городских поселений. Из 50 городов ЦЧР, 27 расположены на 8 реках, в числе которых Дон, Северский Донец, Хопер, Воронеж, Ворона, Сейм, Цна, Оскол. Самое большое число городов расположено непосредственно на реке Дон.

#### **Выводы**

Все города региона являются приречным типом поселений, реки в которых являются основой планировочного каркаса и определяют основные пространственные параметры городских территорий. Установлена тесная взаимосвязь между величиной города и классом реки: в 94 % случаев класс города не превышает класс реки. Доказано, что чем выше класс реки, тем большее количество городов расположено на ее берегах. По уравнению математической модели можно с определенной долей вероятности ( $p > 0,95$ ) прогнозировать число городов в зависимости от класса реки.

#### *Список литературы*

1. Ретеюм, А.Ю. Земные миры / А.Ю. Ретеюм. – М. : Мысль, 1988. – 266 с.
2. Лаппо, Г.М. География городов / Г.М. Лаппо. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. – 480 с.
3. Владимиров, В.В. Расселение и экология / В.В. Владимиров. – М. : Стройиздат, 1996. – 392 с.
4. Долинно-речные ландшафты Среднерусской лесостепи / Под ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1987. – 256 с.
5. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях : Учебное пособие / Ю.Г. Пузаченко – М. : Академия, 2004. – 416 с.
6. Города России: энциклопедия. – М. : Большая российская энциклопедия, 2003. – 560 с.
7. Чеботарев, А.И. Гидрологический словарь / А.И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – 268 с.

### **Correlation Regression Analysis of Towns Population Density and Rivers Size in Central Chernozemny Region**

**N.V. Firsova**

*Voronezh State Architecture Construction University, Voronezh*

**Key words and phrases:** river geosystems; urban systems of Central Chernozemny region (CCR); cities and rivers ranging; correlation regression analysis; forecasting.

**Abstract:** The paper studies the peculiarities of urban systems location in natural climatic conditions of flat landscape on the example of 50 towns of CCR. It is revealed that all town of the region are by-water types of settlement. On the basis of the produced data the link between the town size and river class is proved, thus enabling to forecast the character of regional urban systems development.

© Н.В. Фирсова, 2009