

*Кизилова А.С., Волков А.А.*

*МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Россия, г. Москва*

## **КОРРЕЛЯЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

### **НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РЕКЕ ЯУЗА**

***Аннотация:** При эмпирических исследованиях была обнаружена взаимосвязь некоторых физико-химических параметров природных вод р. Яуза с гидрометеорологическими. Однако не была определена функциональная зависимость между всеми параметрами и не уточнено каким образом метеорологические параметры влияют на состав природных вод р. Яуза. В связи с изложенным нами была поставлена задача – выявить корреляционную математическую модель описания взаимодействия природных вод р. Яуза находящихся в равновесии с приводной атмосферой.*

***Ключевые слова:** параметр, состав, зависимость, корреляция, математическая модель.*

***Annotation:** A correlation between physico-chemical parameters with hydrometeorological of the river Yauza in empirical studies was found. However, the functional relationship between all parameters has not been determined and it is not specified how the meteorological parameters affect the composition of the Yauza. In connection with the above, we posed the task of identifying a correlation mathematical model for describing the interaction of natural waters in Yauza which are in an equilibrium with the atmosphere.*

***Key words:** parameter, composition, dependence, correlation, mathematical model.*

*Ранее нами при эмпирических исследованиях природных вод р. Яуза была обнаружена взаимосвязь некоторых физико-химических параметров воды р. Яуза с гидрометеорологическими характеристиками р. Яуза и приводной*

атмосферы<sup>1</sup>. Однако не была определена функциональная зависимость между всеми параметрами и не уточнено каким образом метеорологические параметры влияют на состав природных вод р. Яуза<sup>2</sup>. В связи с изложенным нами была поставлена задача – выявить **корреляционную** математическую модель описания взаимодействия природных вод р. Яуза находящихся в равновесии с приводной атмосферой.

В связи с поставленной задачей – выявления модели описания взаимодействия природных вод р. Яуза, находящихся в равновесии с характеристиками приводной атмосферой, – из р. Яуза в створе главного входа МГТУ им. Баумана в период с 4 октября по 1 декабря 2016г. литровым батометром периодически отбирались пробы воды. При выполнении работы соблюдались общие правила забора и хранения образцов воды, определенные ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Природная вода сразу же, без хранения, подвергалась анализу.

При этом одновременно фиксировались натурные параметры – температура воды, температура воздуха, атмосферное давление, направление и сила ветра и др.

Корреляционная математическая модель натурных наблюдений на реке Яуза выполнена с использованием в качестве критерия коэффициента корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}},$$

Коэффициент корреляции указывает на степень связи между двумя переменными. Его расчет дает представление о том, есть ли зависимость

---

<sup>1</sup> Волков А.А., Суворова Е.А., Экологический мониторинг поверхностных вод г. Москвы на примере реки Яуза: тезисы доклада «Экологическая безопасность регионов России и риск от техногенных аварий и катастроф» (ВС-7-43), сборник материалов. 24-25 апреля, 2003 г., г. Пенза. С. 66-67

<sup>2</sup> Волков А.А., Суворова Е.А., Методы математической статистики в моделировании естественных процессов в природных водах: тезисы доклада УШ международная конференция серии «Нелинейный мир» «Образование. Экология. Экономика. Информатика», г. Астрахань, 15-20 сентября, 2003 г.

между двумя массивами данных. Корреляция помогает найти ответ на два вопроса.

Во-первых, является ли связь между переменными положительной или отрицательной. Во-вторых, насколько сильна зависимость.

Значения коэффициента корреляции находятся в пределах между -1 и 1. Нуль означает, что наличие зависимости между исследуемыми величинами ничтожно мала. Чем ближе полученный показатель к крайним значениям, тем сильнее связь между исследуемыми величинами (отрицательная или положительная) (табл. 5). Об отсутствии зависимости свидетельствует коэффициент от -0,1 до 0,1. Нужно понимать, что такое значение свидетельствует только об отсутствии линейной зависимости.

В отличие от регрессии, корреляция не позволяет предсказывать значения величин.

**Таблица 4.**

**Сводная таблица парных корреляций экспериментальных данных с учетом аппроксимации зависимостью вида  $y = ax + b$**

	Температура воздуха, °С	Давление, кПа	Температура воды, °С	Общее содержание тяжелых металлов в виде карбонатов	Общее содержание тяжелых металлов в виде некарбонатов	Общее содержание тяжелых металлов
Температура воздуха, °С		0,434	0,951	-0,6214	-0,04	-0,573
Давление, кПа	0,434		0,426	-0,126	-0,48	-0,396
Температура воды, °С	0,951	0,426		-0,756	0,012	-0,661

Общее содержание тяжелых металлов в виде карбонатов	-0,6214	-0,126	-0,756		-0,1285	0,8075
Общее содержание тяжелых металлов в виде не карбонатов	-0,04	-0,48	0,012	-0,1285		0,481
Общее содержание тяжелых металлов	-0,573	-0,396	-0,661	0,8075	0,481	

*Таблица 5.*

**Таблица тесноты связи между параметрами<sup>3</sup>**

Теснота связи	Значение коэффициента корреляции при наличии:	
	прямой связи	обратной связи
Слабая	0,1 – 0,3	(–0,1) – (–0,3)
Умеренная	0,3 – 0,5	(–0,3) – (–0,5)
Заметная	0,5 – 0,7	(–0,5) – (–0,7)
Высокая	0,7 – 0,9	(–0,7) – (–0,9)
Весьма высокая	0,9 – 0,99	(–0,9) – (–0,99)

<sup>3</sup> Гончарова Е. В. Стратегический маркетинг : учеб. пособие / Е. В. Гончарова, Л. Н. Медведева; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2016. - 79 с.

### **Список использованной литературы:**

- 1) Волков А.А., Суворова Е.А., Экологический мониторинг поверхностных вод г. Москвы на примере реки Яуза: тезисы доклада «Экологическая безопасность регионов России и риск от техногенных аварий и катастроф» (ВС-7-43), сборник материалов. 24-25 апреля, 2003 г., г. Пенза. С. 66-67
- 2) Волков А.А., Суворова Е.А., Методы математической статистики в моделировании естественных процессов в природных водах: тезисы доклада УШ международная конференция серии «Нелинейный мир» «Образование. Экология. Экономика. Информатика», г. Астрахань, 15-20 сентября, 2003 г.
- 3) Гончарова Е. В. Стратегический маркетинг : учеб. пособие / Е. В. Гончарова, Л. Н. Медведева; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2016. - 79 с.