

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-187-189

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
РОДНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ****THE USE OF GIS TECHNOLOGIES FOR WATER-ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF SPRINGS
IN VORONEZH REGION****Боева А.С., Прожорина Т.И., Попченкова Я.А.**

Boeva A.S., Prozhorina T.I., Popchenkova Y.A.

e-mail: coriandre@rambler.ru

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Voronezh State University, Voronezh, Russia

Аннотация. В работе использовался метод визуализации гидрохимических показателей родниковой воды с помощью геоинформационной среды QGIS. В результате работы были подготовлены итоговые карты локализованных гистограмм, иллюстрирующие оценку качества воды в родниках на территории Воронежской области.

Abstract. The method of visualisation of hydrochemical indicators of spring water using the QGIS geoinformation environment was used in the work. As a result of the work, final maps of localised histograms were prepared to illustrate the assessment of water quality in springs in the Voronezh region.

Ключевые слова: родниковая вода, химический анализ, инвентаризация родников, загрязняющие вещества, атрибутивная база данных, локализованные гистограммы.

Keywords: spring water, chemical analysis, spring inventory, pollutants, attribute database, localised histograms.

Достаточно большой экологической проблемой для современного общества является качество питьевой воды, поскольку это один из ключевых факторов здоровья человека. Данная проблема актуальна как в глобальном масштабе, так и в рамках отдельно взятого района или конкретного города. Местные жители населённых пунктов зачастую отдают приоритет родниковой воде, качество которой не всегда соответствует допустимым нормативам [3]. Проблема улучшения качества питьевой воды имеет общегосударственное значение и требует комплексного решения. Количество мониторинговых точек в питьевых источниках сильно лимитировано, а управление Роспотребнадзора по Воронежской области на протяжении многих лет, лишь периодически (1-2 раза в год), осуществляет статистическое наблюдение только за родниками г. Воронежа, активно посещаемые местным населением [2]. Систему повторных наблюдений за экологическим состоянием родников в пределах региона необходимо проводить систематически, поскольку, соблюдая этот принцип можно получить большие сведения о динамике загрязнителей в водоносных горизонтах и с точки зрения небезопасности для здоровья, предупредить население о том, что употреблении некачественной питьевой воды противопоказано без соответствующей дополнительной очистки.

Цель исследования заключается в использовании геоинформационно-картографического подхода для пространственного водно-экологического анализа родников на территории Воронежской области.

В основе пространственного анализа территории Воронежской области использовался метод визуализации гидрохимических показателей в виде локализованных гистограмм с помощью геоинформационной среды QGIS. Данный метод позволяет выявить пространственно-временные особенности распределения загрязняющих веществ в родниковых водах, а также помогает определить основные пути поступления загрязняющих веществ в родниковые воды [7].

В ходе полевых исследований были отобраны пробы воды из 57 родников, территориально относящихся к бассейну реки Дон, обнаруженных на территории 11 муниципальных районов (Рамонский, Семилукский, Хохольский, Лискинский, Каменский, Подгоренский, Павловский, Россошанский, Верхнемамоновский, Богучарский, Петропавловский) и 2 городских округов Воронежской области (г. Воронеж и г. Нововоронеж) [1, 4, 6].

По результатам инвентаризации исследуемых источников, а также данным органолептического и химического анализа проб родниковой воды, в программе QGIS версия 3.22.7 Białowieża [5, 7] была создана база данных, содержащая атрибутивную и картографическую информацию. Атрибутивная база данных содержит сведения о названии родника, его местоположении, а также о присутствии в нём основных загрязнителей (*нитратов и общей жёсткости*), численное значение которых превышает санитарно-гигиенические нормативы для источников децентрализованного водопользования (табл.).

По результатам анализа в 11 родниках, принадлежащих Донскому бассейну, обнаруженных в пределах Воронежской области, содержание *солей жёсткости* зафиксировано в интервале от 10,08 до 15,3 ммоль/л (при норме ≤ 10 ммоль/л). Отдельного внимания заслуживает проба из источника при санатории «Белая горка 1». В родниковой воде зафиксировано максимальное количество солей жёсткости (51,5 ммоль/л), превышающее ПДК в 5,15 раза. Повышенные значения общей жёсткости объясняются фактом природного происхождения. Наиболее водообильные водоносные горизонты с водой питьевого качества распространены на севере, в центре и северо-востоке Воронежской области. Значительное скопление подземных вод сосредоточены в меловых отложениях бассейна реки Дон. Избыток солей кальция и магния может привести к зашлаковыванию организма и образованию камней в

почках. Такую воду небезопасно употреблять без соответствующей очистки [3].

Таблица. Результаты химического анализа проб родниковой воды, значительно превышающие значения ПДК

№	Административные территории	Название родника	Содержание нитратов, в мг/л	Величина общей жёсткости, ммоль/л
1	ГО г. Воронеж	Родник «Митрофановский»	58,5	7,3
2	ГО г. Воронеж	Родник «Забота»	123,63	5,0
3	ГО г. Воронеж	Родник «Святого Тихона Чудотворца»	50,19	4,12
4	ГО г. Воронеж	Березовая роца	17,78	10,13
Районы				
5	Рамонский	Родник у с. Хвоцеватка	101,75	7,75
6	Рамонский	Родник «Семь ручьев»	83,63	8,8
7	Рамонский	Родник у с. Староживотинное	98,63	2,7
8	Семилукский	Родник в г. Семилуки (у храма)	106,75	12,48
9	Семилукский	Родник №1 у с. Девица	29,88	10,37
10	Семилукский	Родник №2 у с. Девица	7,38	10,02
11	Богучарский	Родник санатория Белая горка 1	1,75	51,5
12	Богучарский	Родник №1 у с. Белая горка 1	25,5	12,15
13	Богучарский	Родник №2 у с. Белая горка 1	31,13	10,08
14	Верхнемамонский	Родник «Мостовой»	80,69	15,3
15	Верхнемамонский	Родник «Паронников»	113,47	14,2
16	Верхнемамонский	Родник «Эстакада»	88,95	9,5
17	Каменский	Родник у с. Евдаково	53,63	5,57
18	Лискинский	Родник у с. Давыдовка	180,5	10,5
19	Россошанский	Святой источник иконы Божьей Матери «Животворящий источник»	11,96	12,0

Примечание: жирным шрифтом выделены превышения ПДК

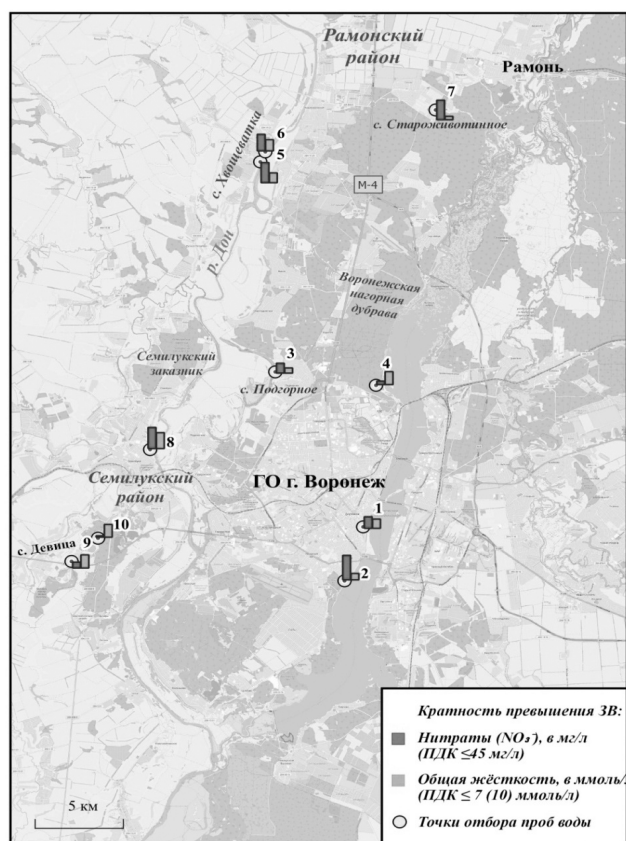


Рис. 1. Карта локализованных гистограмм родников с повышенным содержанием нитратов и общей жёсткости, обнаруженных на территории ГО г. Воронежа и его окрестностей (нумерация объектов соответствует нумерации строк таблицы)

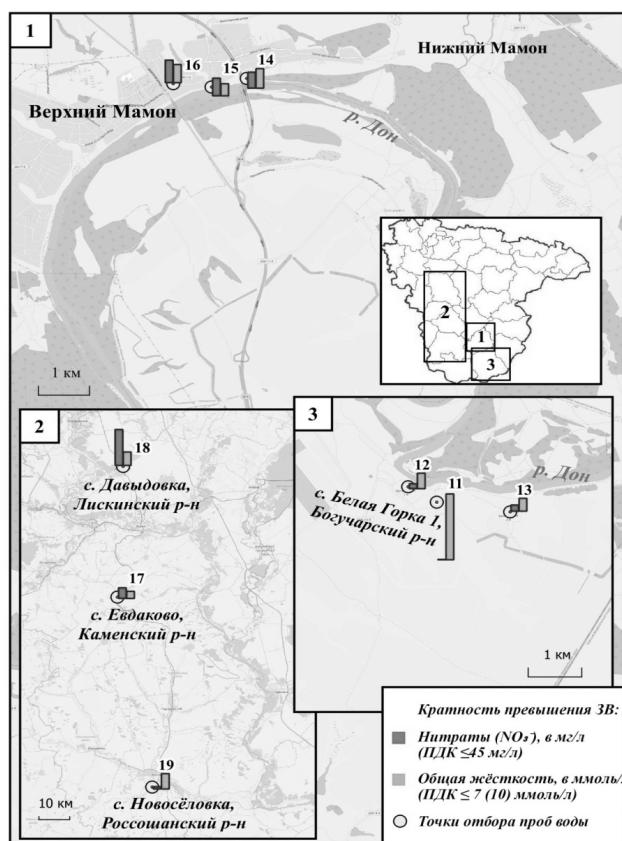


Рис. 2. Карта локализованных гистограмм родников с повышенным содержанием нитратов и общей жёсткости, обнаруженных на территории муниципальных районов Воронежской области

Химический анализ на присутствие *нитратов* (солей азотной кислоты) выявил в 12 родниках значительное содержание нитратного азота от 50,19 до 180,5 мг/л, которое превышает гигиенические нормативы от 1,1 до 4 раз ($\text{ПДК} \leq 45$ мг/л). Превышение концентрации нитратов в питьевой воде могут привести к отравлению, нарушению в работе желудочно-кишечного тракта, выделительной и эндокринной системы, разрушению зубной эмали и появлению кариеса [3].

По итогам работы программе QGIS были подготовлены картографические материалы в виде итоговых карт локализованных гистограмм, иллюстрирующих оценку качества воды в исследуемых родниках в окрестностях ГО г. Воронежа (рис. 1) и в муниципальных районах Воронежской области (рис. 2).

Картографическая модель позволила наглядно показать качественные и количественные превышения приоритетных загрязнителей питьевой воды – общей жесткости и нитратов по всем административным территориям региона, подверженных потенциальному риску заболевания от употребления воды ненадлежащего качества.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что геоинформационно-картографический подход открывает широкие возможности для пространственного водно-экологического анализа территории Воронежской области, например, такие как:

- путём картографического моделирования и визуализации можно установить природные или техногенные факторы, влияющие на загрязнение подземных вод и процессы их самоочищения;
- демонстрирует анализ взаимосвязей между источниками загрязнения и качеством подземных вод с учётом природных и техногенных факторов, влияющих на поступление загрязняющих веществ в родниковые воды;
- большие возможности в отображении динамики процессов загрязнения подземных вод [5].

В заключение можно отметить, что инвентаризация и химический состав родниковых вод с применением ГИС-технологий предоставляет дополнительные возможности количественной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду, что создает необходимую базу для принятия мер по дополнительной очистке родниковой воды.

Литература

1. Геоэкологическая оценка состояния родников на территории Воронежской области / А. С. Боева, Т. И. Прожорина, О. В. Клепиков, С. В. Щербинина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2022. – № 1. – С. 103-112.
2. Официальный сайт Управления Роспотребнадзора по Воронежской области [электронный ресурс]. – URL : <http://36.rosпотребнадзор.ru/> (дата обращения 08.02.2023).
3. Оценка связи заболеваемости населения Воронежской области с водным фактором / И. И. Механтьев, О. В. Клепиков, С. А. Куролап, Л. А. Масайлова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. -2021.- Т. 15.- № 3. - С. 40-46.
4. Оценка экологического состояния родников Донского бассейна на территории Воронежской области/А.С. Боева, С.А. Куролап, О.В. Клепиков, Т.И. Прожорина//Астраханский Вестник экологического образования. – 2022.- № 1 (67). - С. 66-72.
5. Пасмарнова С. П. К вопросу о методике картографирования экологического состояния подземных вод / С. П. Пасмарнова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2004. – № 2. – С. 217-218.
6. Санитарно-химическая и микробиологическая оценка качества воды родников Воронежской области/А.С. Боева, Т.И. Прожорина, С.А. Куролап, Е.Ю. Иванова, А.Г. Баскакова//Известия Дагестанского гос. педагог. ун-та Серия. Естественные и точные науки.- 2022.- Т.16.- №1.- С. 53-60.
7. Сарычев Д.В. Практикум по геоинформационным технологиям.QGIS в экологии и природопользовании: учеб. пособие / Д.В. Сарычев. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 28 с. – Электронный ресурс. – URL : <http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-188.pdf> (дата обращения 15.02.2023).