

---

## КОМПЛЕКСНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РОДНИКОВ ПО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ (на примере территории Сергиево-Посадского района Московской области)

А.А. Рассказов, Е.Ю. Васильева

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

В статье приводятся результаты классификации и кластеризации серии родников по геоэкологическим признакам. Подобный подход позволяет оптимизировать мероприятия по изучению и охране родниковых вод от антропогенного загрязнения.

**Ключевые слова:** родниковые воды, антропогенное загрязнение, классификация, индикатор загрязнения, экологический мониторинг.

В условиях возрастающего дефицита воды, пригодной для питьевого водоснабжения, изучение родников — естественных выходов подземных вод на поверхность — и оздоровление территорий их распространения представляет собой комплексную задачу особой значимости.

Большое значение контроль состояния родниковых вод приобретает в Сергиево-Посадском районе, где родниковая вода исторически считается целебной и употребляется в питьевых целях как жителями района, так и многочисленными паломниками. Однако антропогенное загрязнение окружающей среды негативно сказывается на качестве воды подземных источников.

Для повышения эффективности мероприятий по изучению и защите родниковых вод данного региона от загрязнений в первую очередь необходима комплексная классификация родников. На ее основе возможно дальнейшее моделирование и осуществление природоохранной деятельности, направленной на улучшение экологической обстановки на площадях водосбора источников подземных вод [1].

В ходе многолетнего исследования нами составлена комплексная классификация родников территории Сергиево-Посадского района по основным геоэкологическим признакам. Кроме того, на основе полученных данных проведен кластерный анализ, позволивший выделить группы родников, различия которых определяются не только химическим составом питающих подземных вод, но и особенностями антропогенного воздействия на участки их расположения.

Все рассматриваемые родники по типу питания относятся к источникам поровых грунтовых вод. Большинство исследуемых родников относятся к типу эрозийных. Это объясняется активными процессами эрозии, происходящими на территории исследований, в основном в южной части района. Вся территория района изрезана балками, оврагами, долинами рек [2].

По дебиту и характеру режима большинство родников рассматриваемой территории относятся к классам малобежитных постоянных с отношением минимального дебита к максимальному 1 : 2 (табл. 1).

## Классификация родников по дебиту

№ родника	Дебит родника, среднее значение за год, л/с	Класс родника по дебиту*	Изменение дебита и классификация родников по данному показателю**	
1	0,27	Малодебитные	2	Постоянные
2	0,24	Малодебитные	2	Постоянные
3	0,45	Малодебитные	2	Постоянные
4	0,13	Малодебитные	2	Постоянные
5	0,18	Малодебитные	1	Весьма постоянные
6	0,21	Малодебитные	1	Весьма постоянные
7	0,34	Малодебитные	2	Постоянные
8	0,28	Малодебитные	2	Постоянные
9	0,6	Малодебитные	1	Весьма постоянные
10	0,5	Малодебитные	1	Весьма постоянные
11	0,68	Малодебитные	2	Постоянные
12	0,55	Малодебитные	2	Постоянные
13	—	—	—	—
14	0,04	Малодебитные	2	Постоянные
15	0,14	Малодебитные	2	Постоянные
16	0,12	Малодебитные	2	Постоянные
17	0,67	Малодебитные	1	Весьма постоянные
18	0,2	Малодебитные	1	Весьма постоянные
19	0,15	Малодебитные	2	Постоянные
20	—	—	—	—
21	—	—	—	—
22	0,8	Малодебитные	2	Постоянные
23	0,85	Малодебитные	1	Весьма постоянные
24	0,68	Малодебитные	2	Постоянные
25	8	Среднедебитные	1	Весьма постоянные
26	0,3	Малодебитные	2	Постоянные
27	0,35	Малодебитные	1	Весьма постоянные
28	0,34	Малодебитные	2	Постоянные

\* По классификации Н.А. Маринова и Н.И. Толстихина.

\*\* По классификации А.М. Овчинникова [3]

Для всех родников характерны сезонные колебания дебитов в течение года. Наименьшие значения дебита наблюдаются в осенне-зимний период — с ноября по март. С апреля регистрируется увеличение объема родниковой воды, что связано с активной инфильтрацией во время снеготаяния.

Минимальное значение дебита (0,4 л/с) зарегистрировано для родника № 14, максимальное (8 л/с) — для родника № 25 (рис. 1).

По температурному режиму воды исследованных родников относятся к холодным. Температура их в течение года колеблется незначительно: от +6,5 до +9 °С, в среднем составляя +7,7 °С.

По ландшафтным условиям участки расположения родников были отнесены к следующим типам:

- селитебные территории (родники № 2—6, 8, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 22);
- сельскохозяйственные районы (родники № 9—12, 14, 18, 21, 23, 24, 26—28);
- рекреационные районы (родники № 1, 7, 25).

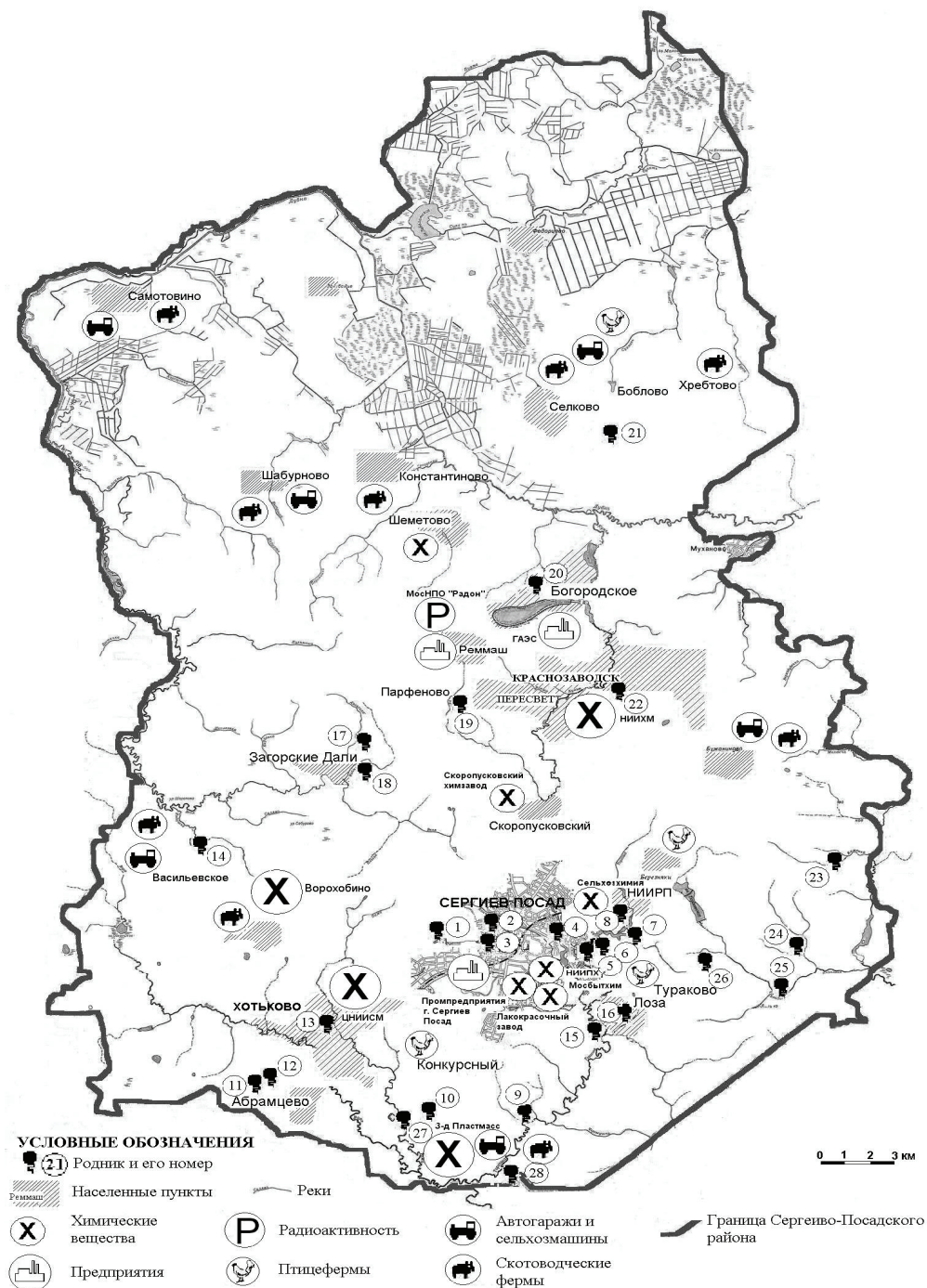


Рис. 1. Схема расположения родников и объектов загрязнения родниковых вод

По санитарно-техническому состоянию каптажа родника и подхода к нему были выделены следующие группы родников:

- хорошо оборудованные родники с удобным подходом к месту забора воды (родники № 2, 3, 5, 15, 16, 21, 23, 25);

- родники, с удовлетворительным состоянием каптажа (№ 6—8, 9, 10—14, 17, 18, 22, 26, 27);
- родники с неудовлетворительным состоянием каптажа (№ 1, 4, 8, 19, 20, 28).

По уязвимости к загрязнению были выделены следующие группы родников:

- высокая опасность загрязнения (родники № 2—4, 8, 9, 10, 13, 15, 28);
- средняя опасность загрязнения (родники № 19, 20, 22);
- защищенные от загрязнений (родники № 1, 5—7, 11, 14, 16—18, 21, 23—27).

По загрязнению родниковых вод химическими элементами выделяются следующие группы родников:

- сильно загрязненные (родники № 2—4, 12, 13, 19);
- загрязненные (родники № 5—7, 14—18, 20, 22, 24, 26, 28);
- условно чистые (родники № 1, 8—11, 21, 23, 25, 27).

По показателю «жесткость общая» источники можно разделить на три группы:

- источники с высоким содержанием солей Са и Mg, превышающим значения ПДК (10—11 мг-экв./л). К данной группе относятся родники № 2—4, 19, 28;
- вода большинства родников характеризуется средним значением жесткости общей (6—8 мг-экв./л) — родники № 1, 5, 6, 8—10, 12—16, 18, 20—23, 25, 27;
- родники, в воде которых содержание солей Са и Mg меньше нормы (3—5 мг-экв./л) — родники № 7, 11, 17, 24, 26.

По безопасности в бактериологическом отношении были выделены две группы родников (по ОКБ):

- безопасные (родники № 1, 9—11, 20, 21, 23, 25);
- опасные (родники № 2—8, 12—19, 22, 24, 26—28).

Кроме того, методами кластерного анализа нами выделены однородные группы (кластеры) и найдены эталонные точки в каждом из них.

Для формирования групп использована программа Statistica 5.0, в которой реализованы иерархические аггломеративные методы формирования кластеров [4]. Для формирования кластеров выбран метод одиночных связей.

В результате анализа было получено три значимо разнородных кластера. Эталонными точками кластеров № 1, 2, 3 являются родники № 3, 22, 20 соответственно.

Результаты представлены на дендрограмме (рис. 2). Основное отличие между этими кластерами вызвано расхождениями по следующим показателям: физические показатели (среднегодовая температура, дебит); химические показатели (рН, жесткость общая, нитраты, хлориды, сульфаты, железо общее, тяжелые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd), нефтепродукты); микробиологические показатели (КОЕ); тип ландшафта (селитебный, сельскохозяйственный, рекреационный), состояние каптажа (удовлетворительное/неудовлетворительное).

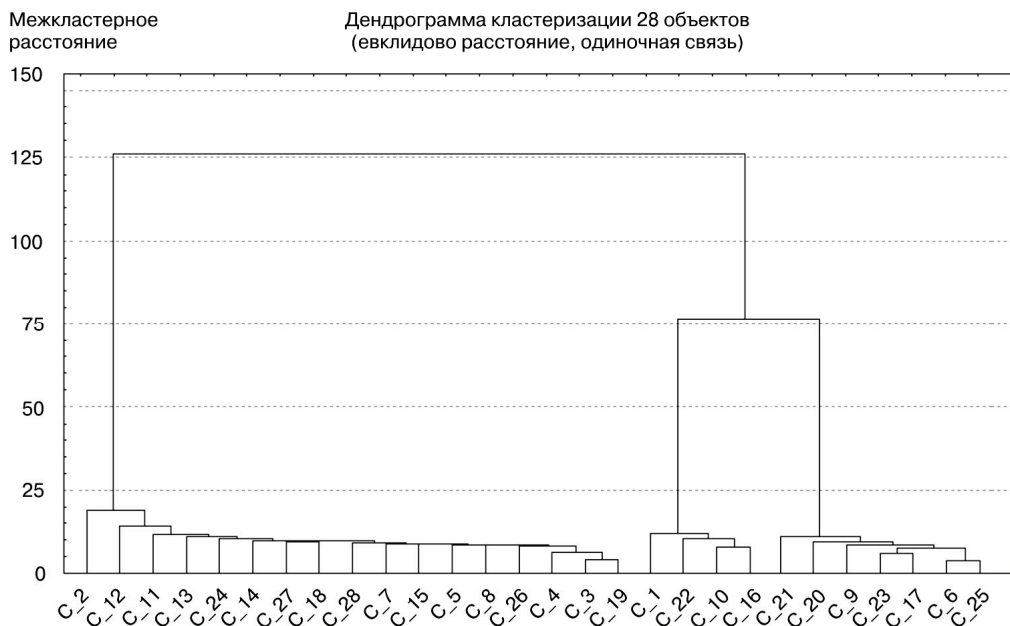


Рис. 2. Группы родников по результатам кластерного анализа

Чем ближе происходит объединение объектов (родников), тем более схожи их свойства по выбранному набору характеристик. Самый крупный кластер C\_1 состоит из 17 объектов. Родники данной группы характеризуются периодическим превышением значений ПДК как по химическим, так и по микробиологическим показателям. Родники, составляющие данный кластер, довольно сильно отличаются по своим характеристикам от родников двух других групп (межкластерное расстояние 125,9). В то же время кластеры C\_2 и C\_3 находятся гораздо ближе друг к другу (межкластерное расстояние 76,1).

В результате проведенного анализа было установлено не только наличие значимых связей гидро- и геохимических условий с отдельными компонентами родниковых вод, но и были выделены группы родников по различиям, как в химическом составе вод, так и в особенностях антропогенного воздействия на участки их расположения.

Таким образом, родники были сгруппированы как по физико-химическим, микробиологическим, так и геоэкологическим признакам. Подобная классификация, учитывающая не только характеристики родников, но и геоэкологические условия формирования питающих их вод, позволяет корректировать задачи по изучению и охране родников в рамках природоохранных мероприятий, проводимых на территории Сергиево-Посадского района, к которым относятся следующие:

- организация зон санитарной охраны на участках расположения родников, не имеющих природной защиты;
- улучшение экологического состояния водосборных бассейнов родников (ликвидация в их пределах несанкционированных свалок, санация или ликвидация животноводческих ферм, коммунальное благоустройство населенных пунк-

тов и т.д.) и обустройство каптажей в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1175-02;

— контроль качества родниковых вод, используемых в питьевых целях местным населением и многочисленными паломниками, в том числе в зимний период.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Белюсова А.П.* Качество подземных вод. Современные подходы к оценке. — М.: Наука, 2001.
- [2] *Васильева Е.Ю., Рассказов А.А.* Формирование родникового стока в условиях урбанизированной территории (на примере территории Сергиево-Посадского района Московской области) // Проблемы региональной экологии. Общественно-научный журнал. Выпуск № 3. — М.: Камертон, 2009. — С. 36—39.
- [3] Гидрогеология / Под ред. В.М. Шестакова и М.С. Орлова. — М.: МГУ, 1984.
- [4] *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA — Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. — М.: Филинь, 1998.

## **SPRINGS COMPLEX CLASSIFICATION BY GEOECOLOGICAL ASPECTS (by the example of Moscow region)**

**A.A. Rasskazov, E.U. Vasilieva**

Ecological Faculty  
Russian Peoples' Friendship University  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

In article the results of springs classification and clustering by geoecological aspects are stated. The complex approach enables to optimize the actions for spring water pollution prevention.

**Key words:** spring water, anthropogenic pollution, classification, pollution indicator, environmental monitoring.