

# ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

к 100-летию А.И. Перельмана



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,  
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ РАН**

**РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**



**ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ  
(к 100-летию А.И. Перельмана)**

**Доклады  
Всероссийской научной конференции**

**Москва, 18-20 октября 2016 г.**

Москва-2016

УДК 550.46

**ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ ХЛОРИД-ИОНОВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ИХ РЕЧНОМ СТОКЕ (НА ПРИМЕРЕ КАРСТОВЫХ И НЕКАРСТОВЫХ ГЕОСИСТЕМ СЕВЕРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ)**

**Хайруллина Д.Н.**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань,  
e-mail: dinara-hi@yandex.ru*

Как известно, основными источниками ионов в стоке малоосвоенных рек служат атмосферные осадки и горные породы. В данной работе проводится пространственно-временная оценка долевого участия активных водных мигрантов (на примере хлорид-ионов) атмосферных осадков в их речном стоке ( $\alpha$ ) на примере малоосвоенных бассейнов рек северной покатости Восточно-Европейской равнины.

В основе работы лежат материалы по метеостанции Усть-Вышь и 4 гидрологическим постам (р. Седь-Ю – пос. Седью, Ухта – г. Ухта, р. Пинега – д. Согры, Вашка – д. Вендинга) Северного УГМС за период с 1958 по 2007 гг.

Методика, на которой базируется исследование, указана в работах [2-4].

Выбранные речные бассейны относятся к карстовым (бассейны рр. Седь-Ю и Ухта) и некарстовым (бассейны рр. Пинега и Вашка) геосистемам.

В физико-географическом отношении бассейны рр. Седь-Ю и Ухта располагаются в пределах возвышенной глубоко расчлененной равнины Южного Тимана, сложенной карстующимися трещиноватыми палеозойскими карбонатными породами (доля подземного питания здесь составляет около 40% годового). Бассейны рр. Пинега (выше д. Согры) и Вашка (выше д. Вендинга), напротив, располагаются в пределах пологоволнистой равнины Двинско-Мезенского плато, сложенной геохимически более инертными моренными суглинками со слабой инфильтрационной способностью (доля подземного питания здесь составляет порядка 15%) [1].

По результатам расчетов произведен анализ пространственной (для карстовых и некарстовых геосистем) и временной (анализ по пятилетиям, вариабельности, тенденции и сезонная декомпозиция ряда наблюдений) изменчивости  $\alpha$  [5]. Так, в пространственном аспекте среднесезонная величина  $\alpha$  для карстовых геосистем держится на низком уровне (р. Седь-Ю - 23%, р. Ухта – 16%). Напротив, для геосистем, сложенных более водоупорными породами, значения возрастают в 3-4 раза (р. Пинега – 71%, р. Вашка – 67%), что говорит о большем вкладе геохимически внешних факторов (атмосферных осадков, аккумулирующих в том числе выбросы промышленных предприятий) [4].

В отношении временной изменчивости по пятилетиям можно выделить 3 периода: 1) период относительного гидрохимического фона (до 1967), 2) период антропогенного воздействия (1968-1987 гг.), 3) современный период (1988-2007 гг.) (рис. 1) [2]. Так, в рамках карстовых геосистем на примере бассейна р. Седь-Ю минимальные величины  $\alpha$  отмечаются до 1987 г. (14-19%), возрастая в современный период до 24-35% (рис. 1).

Для бассейна р. Ухта, напротив, максимальные значения прослеживаются в период гидрохимического фона, снижаясь до 6-10% (1973-1992 гг.) (рис. 1). Такая закономерность в данной категории бассейнов обусловлена тем, что в период антропогенного воздействия фиксируется повышенный сток хлорид-ионов, тогда как выпадения хлорид-ионов с атмосферными осадками в этот период минимальны.

В пределах некарстовых геосистем относительно низкие показатели свойственны второй половине периода антропогенного воздействия (1978-1987 гг.) (р. Пинега – 31-52%, р. Вашка – 39-64%). В период гидрохимического фона значения несколько повышены (р. Пинега – 67-72%, р. Вашка – 63%), равно как в современный период устойчиво фиксируются высокие показатели (р. Пинега – 80-94%, р. Вашка – 79-92%).

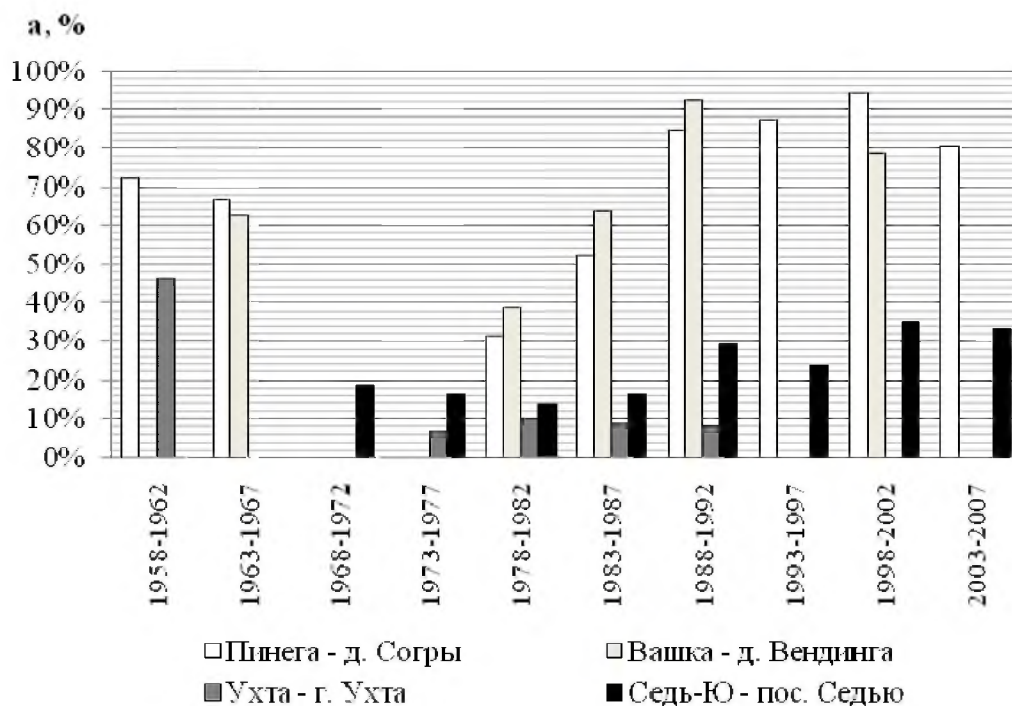


Рис. 1. Изменчивость долевого участия хлорид-ионов атмосферных осадков в их речном стоке на примере бассейнов рек севера Восточно-Европейской равнины по пятилетиям (1958-2007 гг.)

Коэффициент вариации  $\alpha$ , как показатель его вариабельности в многолетнем аспекте, в пределах карстовых геосистем (р. Седь-Ю – 36%, р. Ухта – более 100%) выше по сравнению с некарстовыми геосистемами (р. Пинега – 29%, р. Вашка – 30%).

В результате сезонной декомпозиции временных рядов  $\alpha$  (разделение на трендовую, сезонную и нерегулярную компоненты) выявлено, что в бассейне р. Седь-Ю фиксируется превалирование вклада нерегулярной компоненты (коэффициент детерминации  $R^2 = 66\%$ ) над трендовой ( $R^2 = 56\%$ ) и сезонной ( $R^2 = 18\%$ ) составляющими. Напротив, в границах некарстовых геосистем трендовая компонента превалирует ( $R^2 = 69\%$  (р. Пинега),  $R^2 = 81\%$  (р. Вашка)) над нерегулярной ( $R^2 = 55\%$  (р. Пинега),  $R^2 = 47\%$  (р. Вашка)) и сезонной ( $R^2 = 16\%$  (р. Пинега),  $R^2 = 9\%$  (р. Вашка)). Таким образом, в пределах карстовых геосистем фиксируется большая нестабильность и вариабельность величин  $\alpha$  и, как следствие, их большая непредсказуемость в прогнозной оценке.

В целом, для исследуемых речных бассейнов (кроме бассейна р. Ухта) наблюдается рост исследуемого показателя  $\alpha$ . При этом, наиболее выраженный рост отмечается в границах бассейна р. Вашка (в уравнении линейного тренда  $k = 0,1613$ ), менее – бассейна р. Пинега ( $k = 0,0082$ ). В пределах карстовых геосистем тенденция выражена в меньшей степени: для бассейна р. Седь-Ю  $k = 0,0055$ , р. Ухта фиксируется снижение  $\alpha$ ,  $k = -0,0066$ .

Таким образом,

1) для карстовых геосистем отмечаются

- низкие показатели  $\alpha$  (в среднем до 25%), что говорит о меньшей доле ионов внешнего (атмосферного, антропогенного) происхождения в стоке хлорид-ионов,

- высокие значения коэффициентов вариации, свидетельствующие о нестабильности  $\alpha$  в многолетнем аспекте,
- выраженность нерегулярной компоненты во временном ряду  $\alpha$ , свидетельствующей о низкой предсказуемости  $\alpha$  в прогнозной оценке;
- 2) для некарстовых геосистем фиксируются
  - высокие показатели  $\alpha$  (порядка 70%), что говорит о существенной доле ионов внешнего происхождения в стоке хлорид-ионов,
  - значения коэффициента вариации в пределах нормы (до 30%), свидетельствующие об относительной стабильности  $\alpha$  в многолетнем аспекте,
  - превалирование трендовой составляющей во временном ряду  $\alpha$ , свидетельствующей о большей предсказуемости (наряду с выраженной тенденцией)  $\alpha$  в прогнозной оценке.

### **Литература**

1. Филенко Р.А. Гидрологическое районирование Севера европейской части СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 223 с.
2. Белоногов В.А., Колесниченко Н.Н., Торсуев Н.П., Федорова В.А. Анализ многолетней (1938 - 96 гг.) изменчивости ионного состава рек Севера ЕЧР как показатель интенсивности антропогенного загрязнения // Проблемы гео- и социэкологии Республики Татарстан. Казань, 1998. С. 95-118.
3. Копотева Т.Н., Федорова В.А. Атмосферные выпадения  $\text{HCO}_3^-$  в междуречье рр. Печоры и Северная Двина и их влияние на речной сток // Современные проблемы геохимии. Иркутск, 2011. С. 169-171.
4. Хайруллина Д.Н. К оценке устойчивости элементарных геосистем по данным о поступлении и выносе хлорид-ионов // Биомедицина, материалы и технологии XXI века: материалы междунар. школы-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Казань, 2015. С. 580.
5. Михалап С.Г., Мингалев Д.Э., Евдокимов С.И. Использование анализа временных рядов в изучении многолетних температурных изменений // Вестник ПсковГУ. Сер. Естественные и физ.-мат. Науки. 2014. Вып. 4. С. 17-24.