



Санкт-Петербургский
государственный
университет
www.spbu.ru



Институт
Наук о Земле
earth.spbu.ru

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

УЧАСТНИКОВ XVII

БОЛЬШОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФЕСТИВАЛЯ



ПОСВЯЩЕННОГО 195-ЛЕТИЮ СО ДНЯ НАЧАЛА
РОССИЙСКОГО КРУГОСВЕТНОГО ПУТЕШЕСТВИЯ
ПОД РУКОВОДСТВОМ
Ф.П. ЛИТКЕ (1826-1829 ГГ.)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021

Установлено, что наибольший вклад в доступную потенциальную энергию вносит слой от 600 до 900 м, тогда как для вихревой кинетической энергии главный вклад вносит слой от 0 до 400 м. В районе месторасположения ядра Лофотенского вихря зафиксировано преобладание на порядок доступной потенциальной энергии над вихревой кинетической энергией. Также было обнаружено наличие ярко выраженного линейного тренда для доступной потенциальной энергии, тогда как для вихревой кинетической энергии не удалось установить значимого линейного тренда. Таким образом, наличие положительного линейного тренда может свидетельствовать о заглужении изопикнических поверхностей в районе Лофотенской котловины, что может быть связано с климатическими изменениями в районе Северной Атлантики и Арктического бассейна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 18-17-00027).

Список литературы:

[1] Белоненко Т.В., Волков Д.Л., Норден Ю.Е., Ожигин В.К., Циркуляция вод в Лофотенской котловине Норвежского моря, Вестник СПбГУ, Науки о Земле, Сер. 7, Вып. 2., 2014, с. 108-114.

[2] Travkin V.S., Belonenko T.V., Seasonal variability of mesoscale eddies of the Lofoten Basin using satellite and model data, Russian Journal of Earth Sciences, 2019, 19, 5, ES5004. doi: 10.2205/2019ES000676.

УДК 556.5.01

ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЕЧНОГО СТОКА ХЛОРИД-ИОНОВ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

FACTORS OF TRANSFORMATION OF THE SURFACE COMPONENT OF THE RIVER RUNOFF OF CHLORIDE IONS IN THE NORTH OF THE EASTERN EUROPEAN PLAIN

*Хайруллина Динара Николаевна
Khayrullina Dinara Nikolaevna
г. Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет
Kazan, Kazan (Privolzhsky) Federal University,
dinara-hi@yandex.ru*

Аннотация: Данная работа основана на оценке факторов трансформации поверхностной составляющей в речном стоке хлорид-ионов в пределах севера Восточно-Европейской равнины. Поверхностная составляющая рассчитывалась по формуле, предложенной В.П. Зверевым (1971). Выявлено, что наибольшее влияние на трансформацию анализируемой составляющей оказывают характеристики холодного периода года: минимальная среднегодовая температура воздуха, средняя температура воздуха в январе, среднемноголетняя годовая амплитуда температуры воздуха, среднеквадратическое отклонение температуры воздуха за год, среднее количество атмосферных осадков за холодный период года, а также координаты долготы центроида речных бассейнов. В целом, со снижением «суровости» климата, трансформация возрастает.

Abstract: This work is based on the assessment of factors of transformation of the surface component in the river runoff of chloride ions within the northern East European Plain. Actually, the surface component was calculated using the formula proposed by V.P. Zverev (1971). Statistically, characteristics of the cold season have the most impact on the transformation of the analyzed

component: the minimum middle annual air temperature, the middle temperature in January, the middle annual amplitude of the air temperature, the standard deviation of the air temperature for the year, the middle amount of atmospheric precipitation for the cold period of the year, and the coordinates of the longitude of the centroid of river basins. Finally, the transformation increases with the decrease in the «severity» of the climate.

Ключевые слова: поверхностная составляющая ионного стока, трансформация, хлорид-ион, речной бассейн

Key words: surface component of ion runoff, transformation, chloride ion, river basin

Выбранный регион относится к северной покатости Восточно-Европейской (Русской) равнины. Большая протяженность региона предопределяет, во-первых, различие в поступлении солнечной радиации с севера на юг и, во-вторых, снижение интенсивности воздействия циклонов с запада на восток. Преобладание осадков над испарением в сочетании с равнинным рельефом, господством слабоводопроницаемых грунтов (моренных суглинков, многолетнемерзлых пород) формирует обилие поверхностных вод и их слабую минерализацию [1, 2].

Поверхностная составляющая стока рек формируется в результате поступления в реку поверхностно-склоновых и почвенно-поверхностных вод в период пика половодья и во время интенсивного выпадения атмосферных осадков в период летне-осенней межени, а также почвенно-грунтовых вод во время спада половодья и во время выпадения обильных атмосферных осадков в период летне-осенней межени [3].

Материалом для исследования послужили данные наблюдений на 3 метеостанциях и 16 гидрологических постах ФГБУ «Северное УГМС» в среднем за 50-летний период, количественная информация о природно-антропогенных характеристиках региона по данным «Геопортала «Речные бассейны Европейской России» (рисунок 1) [4-6].

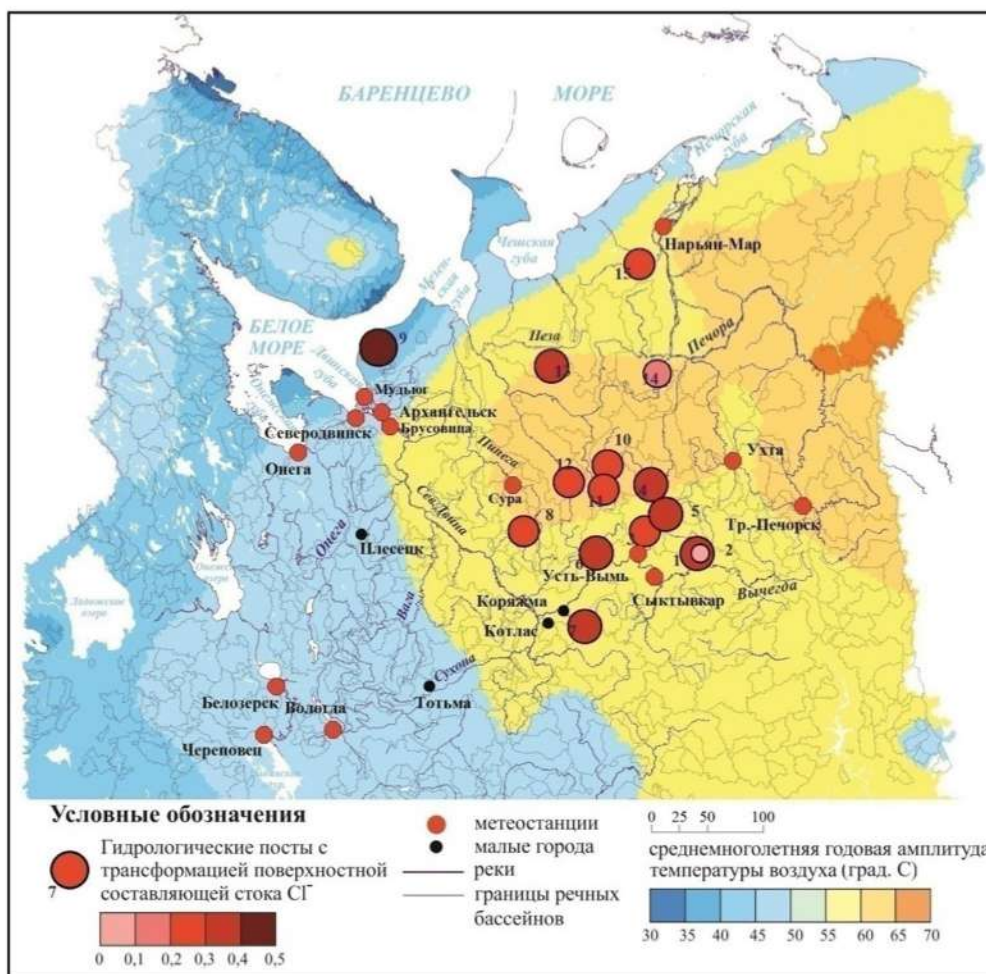


Рисунок 1. Трансформация поверхностной составляющей стока хлорид-ионов и среднегодовое колебание температуры воздуха на севере Восточно-Европейской равнины [4, 5]

На карте цифрами обозначены гидрологические посты: 1- Вишера – д. Лушь, 2 – Нившера – д. Троицк, 3 - Весляна – р.п. Вожаэль, 4 - Елва – с. Мещура, 5 - Вымь – с. Весляна, 6 - Яренга – с. Тохта, 7 - Виледь – д. Инаевская, 8 - Пинега – д. Согры, 9 - Золотица – д. Верхняя Золотица, 10 - Мезень – д. Макариб, 11 - Большая Лоптюга – д. Буткан, 12 - Вашка – д. Вендига, 13 - Пеза – д. Сафоново, 14 - Пижма – д. Боровая, 15 - Сула – д. Коткина

Целью работы является оценка факторов трансформации поверхностной составляющей стока хлорид-ионов на примере речных бассейнов севера Восточно-Европейской равнины.

Выбранные ионы наряду с сульфат-ионами являются индикаторами антропогенной трансформации геосистем. Хлорид-ионы относятся к очень подвижным водным мигрантам, что предопределяет их быструю реакцию на изменение равновесия в геосистемах [7, 8].

Методика оценки поверхностной составляющей стока хлорид-ионов ($W_{Cl.пов}$) базируется на формуле, предложенной В.П. Зверевым (1971) (1):

$$W_{Cl.пов} = W_{Cl.общ} - (W_{Cl.атм} + W_{Cl.подз}) + W_{Cl.акк}, \quad (1)$$

где $W_{Cl.общ}$ – полный ионный сток, т/км²; $W_{Cl.атм}$ – атмосферная составляющая ионного стока, т/км²; $W_{и.подз}$ – подземная составляющая ионного стока, т/км²; $W_{Cl.акк}$ – аккумуляция ионов в поверхностных горизонтах бессточных районов (для подвижных водных мигрантов в пределах исследуемой территории, характеризующейся промывным водным режимом, этот показатель приравнен к нулю), т/км² [9].

Трансформация поверхностной составляющей стока хлорид-ионов за гидрологический год вычислялась по формуле (2):

$$\alpha_{\text{и.пов.трансф}} = \frac{W_{\text{и.пов.трансф}} - W_{\text{и.пов.норм}}}{W_{\text{и.пов.трансф}}}, \quad (2)$$

где $W_{\text{и.пов.трансф}}$ – среднее значение поверхностной составляющей стока хлорид-ионов от 15 до 50% обеспеченности, $W_{\text{и.пов.норм}}$ – норма поверхностной составляющей стока хлорид-ионов 50% обеспеченности.

Для выявления трансформации были выбраны гидрологические посты с рядами наблюдений продолжительностью более 25 лет [10].

В результате расчетов выявлено, что трансформация поверхностной составляющей стока хлорид-ионов варьирует в пределах 0,05 - 0,48 (рисунки 1, 2).

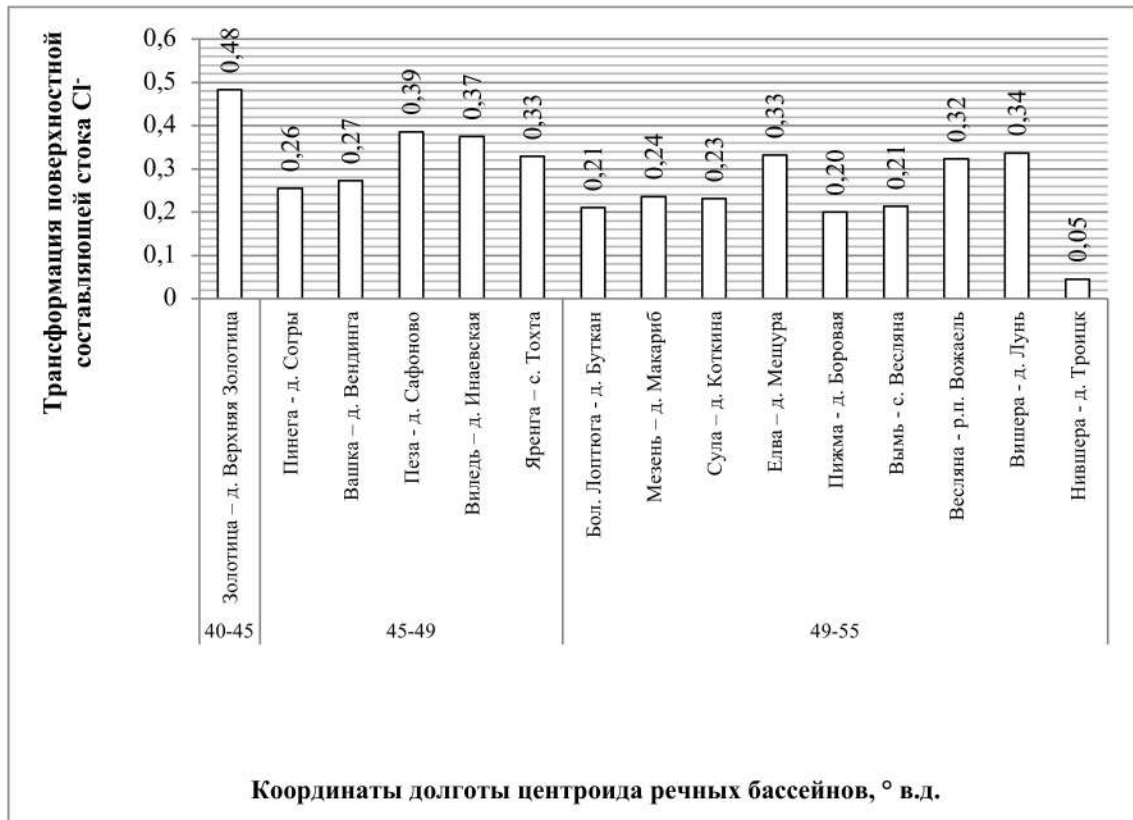


Рисунок 2. Трансформация поверхностной составляющей стока Cl⁻ в пределах речных бассейнов, составлено автором по [4-6]

Максимальные значения отмечаются в бассейне р. Золотица, расположенном на побережье Белого моря, минимальные – в небольшом по площади (4040 км²) бассейне р. Нившера, приуроченном к наиболее удаленной от морского побережья континентальной части региона (рисунок 1) [4, 5].

Из рассмотренных природно-антропогенных факторов наибольшие по модулю значения коэффициентов корреляции отмечаются с координатами долготы центра речных бассейнов ($r = -0,62$, $p = 0,01$).

Так, наименьшие величины трансформации наблюдаются в восточной континентальной части региона в пределах Тиманского кряжа (49 - 55° в. д.) и в среднем составляют 0,24 (рисунок 2).

В пространственном отношении трансформация снижается со снижением минимальной среднегодовой температуры воздуха ($r = 0,53$, $p = 0,04$) и средней температурой воздуха в январе ($r = 0,58$, $p = 0,02$) и минимальные величины приобретает в континентальной части материка, где высока вероятность возникновения приземных инверсий. Низкие температуры воздуха определяют формирование замедленных физических и физико-

химических процессов, нивелирующих выраженность эрозионных процессов в данных речных бассейнах.

С увеличением среднегодовой амплитуды температуры воздуха ($r = -0,55$, $p = 0,03$) и среднеквадратического отклонения температуры воздуха за год ($r = -0,57$, $p = 0,03$) трансформация также снижается, что может быть обусловлено снижением циклонической деятельности. Последняя увеличивает вероятность выпадения большего количества атмосферных осадков, усиливающих проявление опасных эрозионных процессов.

Более того, с увеличением среднего количества атмосферных осадков за холодный период года, увеличивающегося вглубь континента, а также в районе возвышенных участков Тиманского кряжа, трансформация понижается ($r = -0,53$, $p = 0,04$), что может быть связано с преобладанием карстовых процессов, преобразующих поверхностный сток в подземный.

Таким образом, в пределах исследуемого региона трансформация поверхностной составляющей стока очень подвижных водных мигрантов (хлорид-ионов) минимальна в речных бассейнах восточной континентальной части региона. Трансформация снижается со снижением температуры воздуха в холодный период года и увеличением ее среднегодовой амплитуды, препятствующих проявлению активных эрозионных процессов, а также с возрастанием среднего количества атмосферных осадков за холодный период года, сток которых карстовыми процессами, господствующими на возвышенностях, в период весеннего половодья из поверхностного преобразуется в подземный.

Список литературы:

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 3. Северный край. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 394 с.
- [2] Рихтер Г. Т., Чижишев А. Г. Север Европейской части СССР / Г. Т. Рихтер, А. Г. Чижишев. – М.: Мысль, 1966. – 238 с.
- [3] Воронков П. П. Гидрохимия местного стока Европейской территории СССР / П. П. Воронков. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 188 с.
- [4] Ermolaev O. P., Mal'tsev K. A., Ivanov M. A. Automated Construction of the Boundaries of Basin Geosystems for the Volga Federal District / O. P. Ermolaev, K. A. Mal'tsev, M. A. Ivanov // *Geography and Natural Resources*. – 2014. – Vol. 35. – No. 3. – P. 222-228.
- [5] Ermolaev O. P., Mal'tsev K. A., Mukharamova S. S., Kharchenko S. V., Vedeneeva E. A. Cartographic Model of River Basins of European Russia / O. P. Ermolaev, K. A. Mal'tsev, S. S. Mukharamova, S. V. Kharchenko, E. A. Vedeneeva // *Geography and Natural Resources*. – 2017. – Vol. 38. – No. 2. – P. 131-138.
- [6] Геопортал «Речные бассейны Европейской России» [Электронный ресурс]. URL: <http://bassepr.kpfu.ru/> (дата обращения 25.12.2017)
- [7] Белоногов В. А. Многолетняя изменчивость ионного стока рек севера Европейской части России как отражение уровня загрязнения окружающей среды: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11 / Белоногов Виктор Анатольевич. – Казань, 1999. – 232 с.
- [8] Федорова В. А. Устойчивость геосистем к загрязнению как основа экологического нормирования качества воды на примере рек севера ЕТР: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Федорова Виктория Алексеевна. – Казань, 2001. – 145 с.
- [9] Зверев В.П. О составляющих ионного стока с территории СССР / В. П. Зверев // *Гидрохимические материалы*, 1971. - Т. 56. - С.11-18.
- [10] Справочник по гидрохимии / под ред. Никанорова А.М. - Л.: Гидрометеиздат, 1989 - 392 с.