

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ СТОКА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗАМЫКАЮЩИХ СТВОРАХ РЕК БАСЕЙНА КАРСКОГО МОРЯ

Коваленко А.А.^{1,2}

¹ «Гидрохимический институт» Росгидромета, г. Ростов-на-Дону

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

E-mail: arinaa.kov@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается динамика стока органических веществ на замыкающих створах рек бассейна Карского моря за многолетний период с 2000 по 2020 г. Показаны основные тенденции изменчивости химического стока органических веществ и нефтепродуктов с водосборов рек Обь, Пур, Таз, Надым и Енисей. Для устьевых участков рек Обь, Надым, Пур и Таз выявлены статистически значимые тенденции снижения стока нефтепродуктов и возрастания стока ОВ (по ХПК). Для реки Енисей не выявлены статистически значимые тренды изменчивости стока ОВ и нефтепродуктов.

Ключевые слова: сток органических веществ, сток нефтепродуктов, реки бассейна Карского моря, тенденции

Органические вещества (ОВ) - разнообразные органические соединения, относящиеся к органическим кислотам, сложным эфирам, фенолам, гумусовым веществам, азотсодержащим соединениям и т.д. [1]. В природных водах содержание ОВ определяется по показателям: биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅) и химическое потребление кислорода (ХПК). Первый показатель, как правило, условно характеризует содержание легкоокисляемых органических веществ (ЛОВ), второй – общее содержание органических веществ.

Находящиеся в природных водах органические вещества могут заметно изменять различные физические и физико-химические свойства воды, например, они могут придавать воде определенную окраску, изменять её прозрачность, преломление цвета, наделять ее специфическим запахом и т.д. Основными источниками поступления органического вещества в воды суши являются неизменные или частично измененные органические соединения, входящие в состав наземных растений, водных организмов, микроорганизмов; а также трансформированные органические соединения, входящие в состав почвенного гумуса, торфа, озерных илов [1, 2].

Изучение временной изменчивости стока ОВ, выносимых сибирскими реками, является актуальным как в региональном, так и в глобальном масштабе. Во-первых, увеличение выноса с речными водами органических веществ в арктические моря приводит к более сильному поглощению солнечного света и увеличению потока тепла, что, в свою очередь, может способствовать уменьшению количества морского льда [3]. Во-вторых, избыточное поступление органических веществ в устьевые экосистемы рек и прибрежные акватории морей может стать причиной развития процессов эвтрофирования в теплый вегетационный период и усиления вероятности органического загрязнения арктических водных экосистем.

Целью данного исследования является выявление тенденций изменчивости стока органических веществ с водосборов крупных рек, впадающих в Карское море.

Для расчета объемов химического стока использованы многолетние гидрологические и гидрохимические данные Росгидромета за период с 2000 по 2020 гг. Рассмотрена динамика стока органических веществ (по ХПК), ЛОВ (по БПК₅), и нефтепродуктов для устьевых участков рек Обь, Надым, Пур, Тази Енисей. Основная направленность тенденций в динамике стока ОВ для устьевых участков исследуемых рек оценена по результатам расчета коэффициента корреляции Кендалла.

Сток органических веществ формируется под влиянием природных и антропогенных факторов и во многом зависит от изменчивости водного стока. Чем водный сток больше, тем, соответственно, большее количество растворенных веществ может быть вынесено рекой [4]. Для одних рек ведущим фактором формирования стока органических веществ может являться природный фактор (водный сток) а для других – антропогенный.

В таблице 1 представлены диапазоны и среднеголетние значения, характеризующие многолетний сток ОВ с водосбора рек бассейна Карского моря. Наблюдается значительная изменчивость стока ОВ по абсолютным значениям. Среднеголетние значения стока ЛОВ изменялись от 86 тыс. т (р. Таз) до 751 тыс. т (р. Енисей), стока ОВ (по ХПК) – от 273 тыс. т (р. Надым) до 14237 тыс. т (р. Енисей), стока нефтепродуктов – от 6,2 тыс. т (р. Надым) до 185 тыс. т (р. Енисей). Как и следовало ожидать, для наиболее полноводных рек характерны наибольшие величины стока ОВ.

Таблица 1– Многолетний сток органических веществ на замыкающих створах крупных рек бассейна Карского моря (2000-2020 гг.)

№	Река	Пункт наблюдений	W*, км ³	G, тыс. тонн		
				ТОВ	ЛОВ	Нефтепродукты
1	Обь	г. Салехард	426,3	6672-16257*	384-1707	2,0-459
				11569**	730	155
2	Надым	г. Надым	11,6	150-464	нет данных	0,3-19,0
				273		6,2
3	Пур	пос. Самбург	29,7	415-1335	нет данных	0,8-36,5
				706		15,1
4	Таз	пос. Красноселькуп	32,6	331-2412	26-155	0,40-44,2
				1023	86	16,7
5	Енисей	г. Игарка	602,5	9770-19691	450-1688	48,4-420
				14237	751	185

Примечание: *среднеголетний водный сток в устье (2000-2020 гг.); **в числителе представлен диапазон значений, в знаменателе – среднеголетнее значение химического стока.

Динамика стока растворенных химических веществ отражает все естественные и антропогенные факторы формирования стока воды и химического состава речных вод на водосборах. Так, в естественных условиях наблюдается тесная взаимосвязь между химическим и водным стоком, а нарушение этой зависимости будет являться признаком антропогенного влияния и усиления хозяйственной деятельности на водосборе [5]. Такая тесная взаимосвязь между водным стоком и стоком органических веществ характерна для замыкающего створа реки Обь (рисунок 1а, 1б), а также для замыкающего створа реки Енисей (рисунок 1г, 1д).

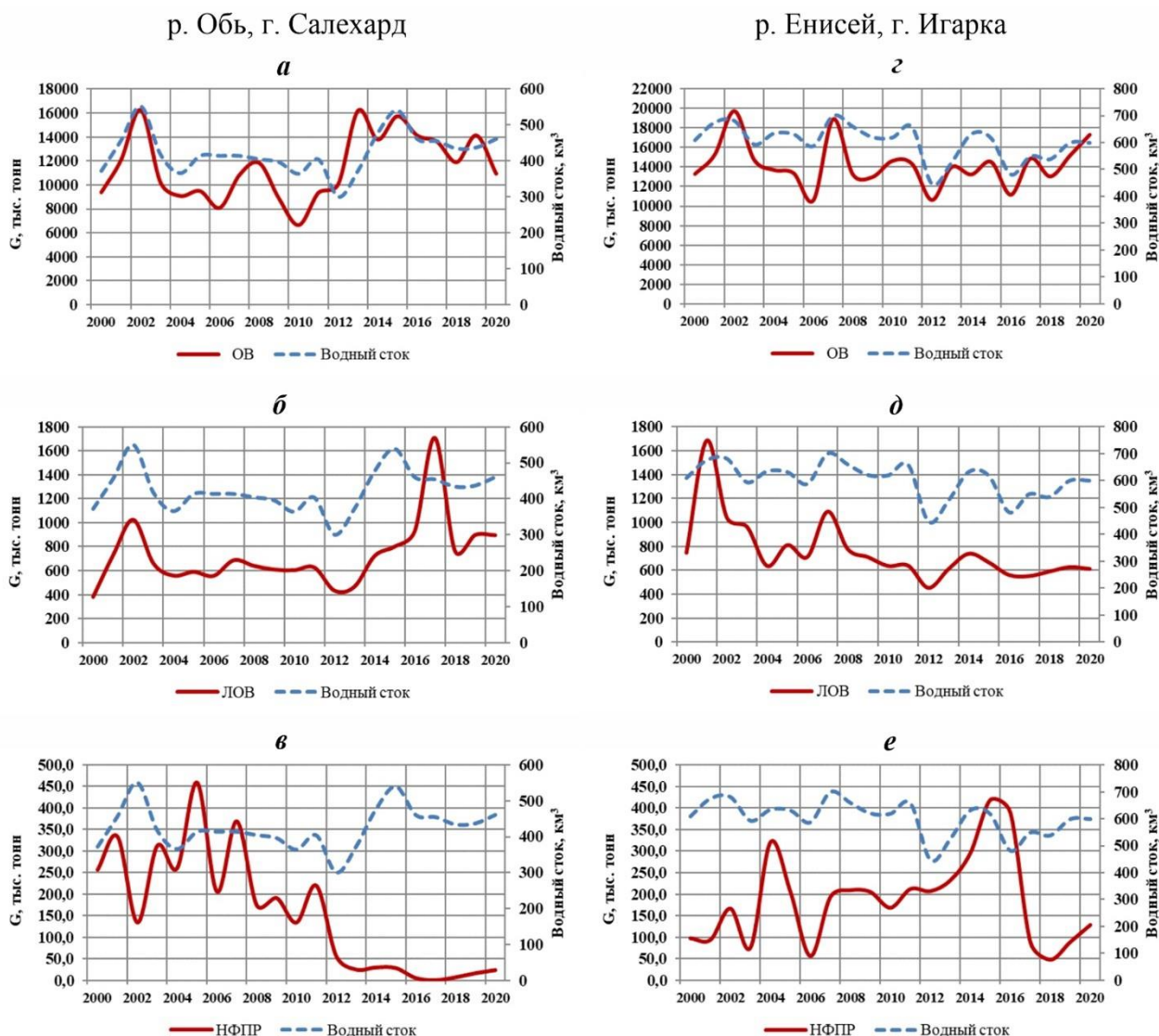


Рис. 1 – Тенденции изменчивости стока органических веществ и нефтепродуктов на замыкающих створах рек Обь (а, б, в) и Енисей (г, д, е)

В случае выносом нефтепродуктов такая взаимосвязь отсутствует, что может свидетельствовать о преобладании антропогенного фактора в формировании стока данного компонента. На рисунке 1в продемонстрирован статистически значимый тренд снижения концентраций нефтепродуктов в воде на устьевом участке реки Обь (коэффициент Кендалла равен (-0,54), что соответствует сильной корреляции, а величина достоверности аппроксимации (R^2) равна 0,7, что также указывает на высокую силу связи). В 2020 году по сравнению с 2000 годом объем стока нефтепродуктов, выносимых в Карское море, уменьшился в 10,4 раза, причем значительное снижение выноса нефтепродуктов произошло в 2012 году (рисунок 1в).

В целом для рек бассейна Карского моря выявлены статистически достоверные тенденции снижения стока нефтепродуктов для исследуемых участков рек Обь, Надым, Пур и Таз (рисунок 2). Это может быть связано с действиями целого комплекса факторов и причин: уменьшения антропогенной нагрузки по данным компонентам, а также

за счет роста числа осадков на территории Западной Сибири и, как следствие, возросшего водного стока и разбавляющей способности рек [5].

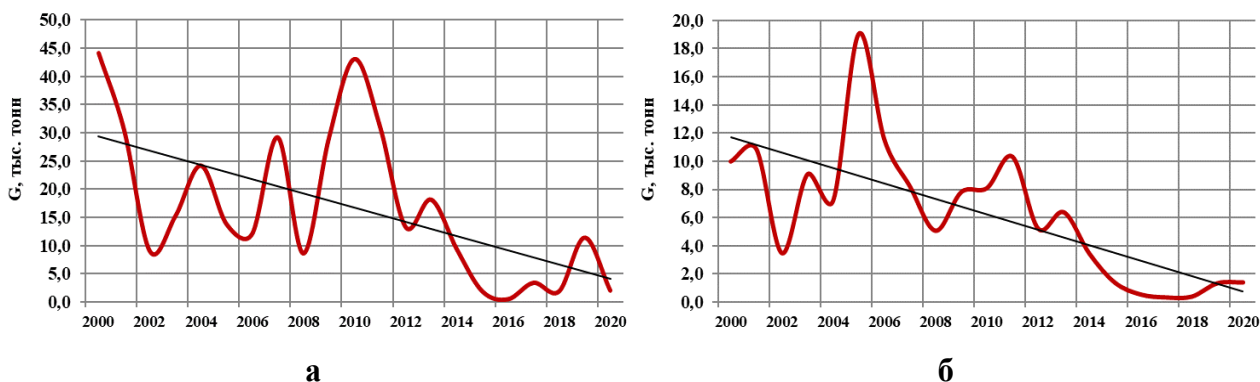


Рис. 2 – Тенденции стока нефтепродуктов на замыкающих створах рек Таз (а) и Надым (б)

В случае стока ОВ по ХПК, напротив, установлена возрастающая тенденция для рек Обь, Пур, Надым и Таз. Одним из значимых факторов такого возрастающего тренда является усиление процессов протаивания многолетнемерзлых пород, вымывания органических веществ (в том числе гумусовых) из верхних почвенных горизонтов и других явлений, активизация которых происходит в связи с климатическими изменениями на водосборах арктических рек [6].

Таким образом, наблюдается значительная изменчивость стока ОВ по абсолютным значениям: наибольшие величины стока растворенных ОВ характерны для наиболее полноводных рек Обь и Енисей, а наименьшие – для рек Пур, Таз и Надым. Выявлены разнонаправленные тенденции изменения стока органических веществ и нефтепродуктов с водосборов исследуемых рек бассейна Карского моря: для рек Обь, Надым, Пур и Таз выявлены статистически значимые тенденции снижения стока нефтепродуктов и возрастания стока ОВ (по ХПК). В динамике стока ЛОВ нет общих однонаправленных тенденций в пределах исследуемого бассейна. Для реки Енисей не выявлены статистически значимые тренды изменчивости стока ОВ и нефтепродуктов.

Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшей оценки изменчивости антропогенной нагрузки, качества воды на устьевых участках рек и возможного влияния речного стока на гидрохимический режим прибрежных морских акваторий арктических морей.

Список использованной литературы

1. Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). – Л.: Гидрометеиздат, 1950. 290 с.
2. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Даниленко О.А. Реки материковой части российской Арктики: монография. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 276 с.
3. Pegau, W. S. Inherent optical properties of the central Arctic surface waters // JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH. – 2002. Vol. 107. – № C10

4. Решетняк О.С. Многолетняя изменчивость ионного стока крупных рек арктической зоны России // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2021. № 3. С.80-86. DOI:10.18522/1026-2237-2021-3-80-86.
5. Даниленко А.О., Косменко Л.С., Решетняк О.С., Кондакова М.Ю. Предпосылки техногенной метаморфизации ионного состава воды р.Надым в условиях глобальных климатических изменений // Известия РАН. Серия Географическая. – 2020. – № 1. С. 127-137.
6. Решетняк О.С., Даниленко А.О., Косменко Л.С., Кондакова М.Ю. Тенденции изменчивости химического состава речных вод Западно-Сибирской части Арктической зоны России // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2019. С. 70-79.

TRENDS IN THE ORGANIC MATTER RUNOFF VARIABILITY IN THE MOUTH SECTION OF RIVERS OF THE KARA SEA BASIN

Kovalenko A.A.^{1,2}

¹«Hydrochemical Institute» Roshydromet, Rostov-on-Don

² Southern federal university, Rostov-on-Don

Abstract: The article considers the dynamics of organic matter (OM) runoff to the river-mouth section of the Kara Sea basin over the long-term period from 2000 to 2020. The main trends in the variability of the chemical runoff of OM and oil products from the catchment areas of the Ob, Pur, Taz, Nadym and Yenisei rivers have been shown. Statistically significant decreasing trend in the runoff of oil products and increasing trend in the OM runoff have been revealed for the Ob, Nadym, Pur and Taz rivers. Statistically significant trends in the variability of the OM and oil products runoff for the Yenisei river have not been identified.

Keywords: the organic matter runoff, the oil products runoff, the Kara Sea basin, trends