

УДК 504.422/423

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ ОСТРОВА ВАРАНДЕЙ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ПЕЧОРСКОМ МОРЕ

¹Мискевич И.В., ²Деменков О.В.

¹*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: subarct@gmail.com;*

²*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
Архангельск, e-mail: oleg.demenckov@yandex.ru*

Выполнен расчет статистических характеристик содержания тяжелых металлов (железа, кадмия, меди, свинца и цинка) нефтяных углеводородов и бенз(а)пирена в водах и донных отложениях прибрежного района Печорского моря в районе Варандейского нефтеналивного терминала за период с 2011 по 2014 год. Медианные и трехсредние концентрации этих загрязняющих веществ в морской воде, как оценки статистического центра распределения исследуемых величин, не превышают нормативный уровень. Наибольшая повторяемость сверхнормативных концентраций металла отмечается для растворенной формы железа (45–48%), но это, вероятнее всего, вызвано природными факторами. Для растворенного цинка такая повторяемость достигает 7–18%, что, возможно, обусловлено влиянием сочетания природных и техногенных факторов. Для остальных исследуемых показателей сверхнормативные концентрации в морской воде не характерны. Содержание металлов в донных отложениях не выходит за рамки диапазона их природной изменчивости. Содержание углеводородов в донных отложениях можно считать низким. При этом повторяемость сверхнормативных концентраций нефтяных углеводородов не превышает 1%. Сравнение рассчитанных концентраций углеводородов в донных отложениях с величинами, вычисленными ранее для периода с 1997 по 2008 г., указывает на наличие тенденции к снижению уровня их загрязнения. Так, медианное содержание нефтяных углеводородов в данный период составило 9,5 мг/кг, бенз(а)пирена – 0,16 мг/кг. Эти значения на порядок выше медианных концентраций для периода 2011–2014 гг. Следует предположить, что геоэкологическую ситуацию, наблюдаемую в рассматриваемом районе Печорского моря во втором десятилетии XXI века, можно в целом признать удовлетворительной.

Ключевые слова: Печорское море, Варандей, мониторинг, металлы, углеводороды, вода, донные отложения, статистики

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ECONOMIC ACTIVITIES IN THE AREA OF THE VARANDEI ISLAND ON THE GEOECOLOGICAL SITUATION IN THE PECHORSKY SEA

¹Miskevich I.V., ²Demenkov O.V.

¹*Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, e-mail: subarct@gmail.com;*

²*Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov,
Arkhangelsk, e-mail: oleg.demenckov@yandex.ru*

The calculation of the statistical characteristics of the content of heavy metals (iron, cadmium, copper, lead and zinc) of petroleum hydrocarbons and benzo (a) pyrene in the waters and bottom sediments of the coastal region of the Pechora Sea near the Varandey oil terminal for the period 2011-2014 has been performed. The median and three-average concentrations of these pollutants in seawater, as estimates of the statistical center for the distribution of the studied quantities, do not exceed the standard level. The highest frequency of excess metal concentrations is observed for the dissolved form of iron (45-48%), but this is most likely caused by natural factors. For dissolved zinc, this repeatability reaches 7-18%, which is possibly due to the influence of a combination of natural and man-made factors. For the rest of the investigated indicators, excess concentrations in seawater are not typical. The content of metals in bottom sediments does not go beyond the range of their natural variability. The content of hydrocarbons in bottom sediments can be considered low. At the same time, the repeatability of excess concentrations of petroleum hydrocarbons does not exceed 1%. Comparison of the calculated concentrations of hydrocarbons in bottom sediments with the values calculated earlier for the period 1997-2008 indicates a tendency towards a decrease in the level of their pollution. So the median content of petroleum hydrocarbons in this period was 9.5 mg / kg, benzo (a) pyrene – 0.16 mg / kg. These values are an order of magnitude higher than the median concentrations for the period 2011-2014. It should be assumed that the geoecological situation observed in the considered.

Keywords: Pechora Sea, Varandey, monitoring, metals, hydrocarbons, water, bottom sediments, statistics

Печорским морем, согласно Постановлению ЦИК СССР «О единых географических наименованиях частей Северного Ледовитого океана, прилегающих к территории СССР» (1935 г.), называется часть юго-востока Баренцева моря. Его западная

граница проходит по линии от мыса Святой Нос (Тиманский) до западной оконечности Плоских Кошек на юго-восточном побережье о. Колгуев и далее от северной оконечности Колгуева до мыса Черный у входа в пролив Костин Шар на Новой Земле. Юж-

ные районы моря располагаются на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, где хозяйственная деятельность по поиску, добыче и транспортировке (перевалке) углеводородного сырья в последние десятилетия получила интенсивное развитие. С другой стороны, для данных районов характерно высокое биоразнообразие водной флоры и фауны, включая охраняемые виды.

В настоящее время наибольшее техногенное воздействие в Печорском море фиксируется на акватории около острова Варандей. Здесь с 2000 г. производятся танкерные перевалки нефти и располагается поселок Варандей с инфраструктурой для проведения операций по транспортировке и хранению нефти, ГСМ и других грузов. Кроме этого, сюда поступают воды ряда малых рек, на водосборах которых ведется разведка и добыча углеводородного сырья. Приток загрязняющих веществ в Печорское море в последние десятилетия также мог возрасти за счет разрушения многолетнемерзлых тундровых грунтов на фоне наблюдаемого потепления климата. При этом загрязняющие вещества, накопленные в почвенном покрове и надмерзлотных таликовых водах в зонах хозяйственной деятельности, за счет увеличения их дренирования начинают поступать в поверхностные водотоки и в конечном счете попадают в прибрежные районы Печорского моря.

Целью проведенных исследований являлась оценка уровня современного загрязнения воды и донных отложений Печорского моря в районе Варандейского терминала на основе статистического анализа результатов мониторинговых наблюдений.

Материалы и методы исследования

Для решения рассматриваемой проблемы был проведен анализ статистических характеристик загрязнения экосистемы Печорского моря в районе стационарного морского ледостойкого причала и подводного нефтепровода Варандейского терминала в 2011–2014 гг. Данные по загрязнению морской среды были получены при выполнении мониторинговых наблюдений за содержанием тяжелых металлов, нефтяных углеводородов и бенз(а)пирена в воде и донных отложениях на 14 станциях, координаты которых указаны в таблице 1 [1]. Учитывая сохраняющиеся в рассматриваемом районе в последние 10 лет объемы добычи нефти и технологии её транспортировки, эти данные можно использовать и для ориенти-

ровочной оценки современного состояния его загрязнения.

В качестве статистических характеристик загрязнения морской среды использовались общепринятые параметры – среднее значение и среднеквадратичное (стандартное) отклонение, а также робастные (помехоустойчивые) статистики. При наличии ярко выраженного техногенного воздействия в законе статистического распределения появляется «хвост», формируемый высокими концентрациями редкой повторяемости, и наблюдается потеря симметричности в распределении исследуемых величин. При этом среднее значение и среднеквадратичное отклонение резко теряют свою эффективность, т.к. начинают сильно зависеть от количества значений в исследуемой выборке данных. Для решения данной проблемы применяются так называемые робастные (помехоустойчивые) статистики, которые не зависят от закона статистического распределения исследуемых данных.

Таблица 1

Координаты станций отбора проб воды и донных отложений Печорского моря в районе поселка Варандей

Номер станции	Северная широта	Восточная долгота
1т	69°10'	58°04'
2т	69°06'	58°05'
3т	69°01'	58°07'
4т	68°56'	58°08'
5т	68°53'	58°12'
6т	68°57'	58°11'
7т	69°01'	58°10'
8т	69°06'	58°08'
9т	69°09'	58°07'
10т	69°13'	58°05'
11т	69°11'	58°09'
12т	69°06'	58°11'
13т	69°02'	58°12'
14т	68°57'	58°14'

Наиболее детально использование относительно простых, но вместе с тем высокоэффективных робастных статистик рассмотрено в работах [2; 3]. В них в качестве оценки центра распределения обычно рекомендуется использовать медиану и трехсреднее значение Тьюки (центральное среднее), а в качестве оценки масштаба распределения – интерквартильный размах. Для нормального распределения среднее значение, медиана и трехсреднее значение совпадают друг с другом.

Трёхсреднее значение находится по выражению

$$C_T = 0,25 (C_{0,25} + 2 C_M + C_{0,75}), \quad (1)$$

где $C_{0,25}$ и $C_{0,75}$ – квартили или, другими словами, медианы для половинок выборки. Интерквартильный размах определяется по формуле $H = C_{0,75} - C_{0,25}$. Квартили, как границы ядра статистического распределения концентраций взвеси в исследуемой выборке данных, позволяют межквартильный интервал значений, заключенный между верхним квартилем (75 % точкой) и нижним квартилем (25 % точкой), в первом приближении считать характерным диапазоном их изменчивости. Если медиана оказывается заметно меньше среднего значения, то можно предположить наличие определенного техногенного влияния. И при попадании концентраций поллютанта в межквартильный интервал можно утверждать о наличии систематического загрязнения исследуемого элемента морской экосистемы.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматриваемая акватория находится под влиянием самой крупной реки Баренцево-морского региона – реки Печоры, и для неё типично значительное распреснение морских вод в весенний период [4]. Согласно модели маргинального фильтра, разработанной академиком А.П. Лисициным [5], в устье р. Печоры геохимические процессы по мере возрастания солености формируют

три последовательные зоны: мутьевую, химическую и биологическую «пробки» [6]. В рассматриваемом районе Печорского моря располагается биологическая «пробка», в которой наблюдается повышенная биопродуктивность морских вод. В нем, в частности, отмечаются большие нагульные скопления наваги и высокая биомасса промысловых двусторчатых моллюсков. Через него проходят массовые миграции сёмги и омуля. В данной ситуации оценка возможного влияния хозяйственной деятельности по поиску, добыче и транспортировке углеводородного сырья на экосистему района приобретает особую актуальность.

В статье [7], использующей данные наблюдений в районе п. Варандей в период с 1999 по 2006 г., показано наличие негативного влияния загрязнения морской среды нефтяными углеводородами на сообщества зообентоса. Этот вид загрязняющих веществ, учитывая специфику хозяйственной деятельности на территории Ненецкого автономного округа (НАО), по всей вероятности, ранее давал наибольший вклад в загрязнение прибрежных экосистем Печорского моря [8]. Ситуация с негативным влиянием тяжелых металлов на морскую среду рассматриваемого района изучена сравнительно слабо. Их негативное воздействие на морскую среду не так очевидно, учитывая широкий диапазон их природной изменчивости. Результаты соответствующих расчетов показаны в табл. 1–2. Их анализ показал следующее.

Таблица 2

Статистическая характеристика содержания тяжелых металлов и углеводородов (мг/л) в водах Печорского моря в районе поселка Варандей в 2011–2014 гг.

Статистики	Fe	Cd	Cu	Zn	Pb	НУ	БП
Поверхностный горизонт							
$C_{cp.}$	0,114	0	0,001	0,008	0,002	0,0049	$\leq 0,005$
\bar{C}	0,099	0	0,004	0,027	0,005	0,0038	$\leq 0,005$
C_M	0,094	0	0,001	0,001	0,001	0,0025	$\leq 0,005$
C_T	0,089	0	0,001	0,001	0,001	0,0044	$\leq 0,005$
$C_{0,25}$	0,030	0	0	0,001	0	0,0025	$\leq 0,005$
$C_{0,75}$	0,141	0	0,002	0,003	0,003	0,0100	$\leq 0,005$
H	0,111	0	0,001	0,002	0,002	0,0075	$\leq 0,005$
$C_{max.}$	0,390	0,001	0,027	0,183	0,030	0,0170	$\leq 0,005$
$C_{min.}$	0,012	0	0	0	0	0,0025	$\leq 0,005$
N	42	56	56	56	56	56	56
ПДК	0,01	0,01	0,005	0,005	0,01	0,05	-
$P, \%$	45,2	0	1,8	17,8	0	0	-

Окончание табл. 2							
Статистики	Fe	Cd	Cu	Zn	Pb	НУ	БП
Придонный горизонт							
$C_{\text{ср.}}$	0,157	0	0,002	0,013	0,003	0,0200	$\leq 0,005$
σ	0,180	0	0,004	0,042	0,007	0,0348	$\leq 0,005$
$C_{\text{м}}$	0,090	0	0	0,002	0	0,0025	$\leq 0,005$
$C_{\text{т}}$	0,098	0	0,001	0,002	0,001	0,0069	$\leq 0,005$
$C_{0,25}$	0,040	0	0	0	0	0,0025	$\leq 0,005$
$C_{0,75}$	0,171	0	0,002	0,002	0,003	0,0200	$\leq 0,005$
H	0,131	0	0,002	0,002	0,003	0,0175	$\leq 0,005$
$C_{\text{макс.}}$	0,680	0,001	0,027	0,280	0,0400	0,1500	$\leq 0,005$
$C_{\text{мин.}}$	0,010	0	0	0	0	0,0025	$\leq 0,005$
N	42	56	56	56	56	56	56
ПДК	0,01	0,01	0,005	0,005	0,01	0,05	-
$P, \%$	47,6	0	1,8	7,1	0	7,1	-

Примечания: НУ – нефтяные углеводороды, БП – бенз(а)пирен, $C_{\text{ср.}}$ – среднее значение, σ – среднеквадратичное (стандартное) отклонение, $C_{\text{м}}$ – медиана, $C_{\text{т}}$ – трехсреднее значение, H – индеквартильный размах, $C_{\text{т}}$ – нижний квартиль, $C_{\text{м}}$ – верхний квартиль, $C_{\text{макс.}}$ – максимальное значение, $C_{\text{мин.}}$ – минимальное значение, N – количество наблюдений, P – повторяемость концентраций больше ПДК.

Наиболее высокий уровень загрязнения морских вод отмечается для растворенных форм железа. Однако наблюдаемая ситуация с этим металлом, вероятнее всего, обусловлена доминирующим влиянием природных факторов, учитывая высокое фоновое содержание железа в реках североазиатской и тундровой зон с обилием болот. Можно ожидать, что гидробионты Печорского моря эволюционно адаптированы к подобному повышенному содержанию железа в его распресняемых водах.

Для кадмия и свинца превышение уровня ПДК в морских водах не отмечалось. Содержание меди в рассматриваемом районе Печорского моря следует также считать низким. Зафиксированную при этом для нее повторяемость сверхнормативных концентраций (1,8%) можно не принимать во внимание, т.к. она не входит в интервал концентраций 95% обеспеченности. Единственным из исследуемых металлов, для которого можно говорить о наличии техногенного воздействия, является цинк.

Трехсредняя концентрация цинка не превышает нормативный уровень, но повторяемость его величин выше ПДК колеблется в диапазоне 7,1–17,8%. При этом наблюдаются резкие различия между средними концентрациями цинка и его робастными аналогами (медианой и трехсредним значением). Вероятность появления его

сверхнормативных величин в поверхностных более распресненных водах заметно превышает аналогичный параметр в придонных слоях моря, что указывает на речные воды как на источник появления подобных концентраций.

Содержание нефтяных углеводородов в морской воде рассматриваемого района было сравнительно незначительным, и их средние и трехсредние концентрации не превышали уровень ПДК. Сверхнормативные концентрации нефтяных углеводородов (до 3 ПДК) наблюдались в придонных слоях моря, но их повторяемость была незначительной (7,1%). Необходимо отметить, что в 80-х годах прошлого века подобная повторяемость здесь достигала 10–15%. Концентрации бенз(а)пирена были низкими и не превышали чувствительность применяемого метода анализа проб воды.

Содержание тяжелых металлов и углеводородов в морских донных отложениях на территории РФ в настоящее время не нормируется. Для оценки техногенного влияния на накопление металлов в донных отложениях воспользуемся анализом статистической структуры их распределения. Для них характерно присутствие заметных отличий средних значений от трехсредних значений и медианы, что позволяет предположить техногенное происхождение зафиксированных их максимальных концентраций.

Таблица 3

Статистическая характеристика содержания тяжелых металлов и углеводородов (мг/кг) в донных отложениях Печорского моря в районе поселка Варандей в 2011–2014 гг.

Статистики	Fe	Cd	Cu	Zn	Pb	HУ	БП
$C_{\text{ср.}}$	3016,7	0,076	2,314	5,38	1,616	21,83	$\leq 0,0025$
\bar{C}	3149,5	0,199	3,431	6,85	2,601	49,73	$\leq 0,0025$
$C_{\text{м}}$	2147,0	0,018	0,830	3,16	0,910	0,35	$\leq 0,0025$
$C_{\text{т}}$	2521,1	0,021	1,190	3,62	0,955	1,76	$\leq 0,0025$
$C_{0,25}$	0,45	0,010	0,250	0,89	0,200	0,02	$\leq 0,0025$
$C_{0,75}$	5790,0	0,040	2,850	7,28	1,800	6,30	$\leq 0,0025$
H	5789,6	0,030	2,600	6,39	1,600	6,28	$\leq 0,0025$
$C_{\text{макс.}}$	7790,0	1,400	22,20	36,00	18,00	207,00	$\leq 0,0025$
$C_{\text{мин.}}$	0,012	0	0	0	0	0	0
N	28	112	111	124	110	98	28
ЭТП	-	-	-	-	-	161	0,021
$P, \%$	-	-	-	-	-	1,0	0

Вместе с тем диапазон колебаний концентраций рассматриваемых металлов не выходит за рамки их природной изменчивости в донных отложениях прибрежных районов Печорского моря.

Для содержания нефтяных углеводородов и бенз(а)пирена в морских донных отложениях в качестве норматива можно использовать экологически толерантный порог (ЭТП) [9]. По данным исследований, проведенных в СевПИНРО [10], на Баренцевом море ЭТП для нефтяных углеводородов равен 161 мг/кг, для бенз(а)пирена – 0,021 мг/кг.

Если ориентироваться на этот параметр, то сверхнормативное загрязнение донных отложений рассматриваемого района углеводородами практически отсутствует. Лишь 1 концентрация нефтяных углеводородов в 68 пробах грунта превысила ЭТП.

Сравнение рассчитанных концентраций углеводородов в донных отложениях с величинами, вычисленными ранее для периода с 1997–2008 г. [3], указывает на наличие тенденции к снижению уровня их загрязнения. Так, медианное содержание нефтяных углеводородов в данный период составило 9,5 мг/кг, бенз(а)пирена – 0,16 мг/кг. Эти значения на порядок выше медианных концентраций, указанных в табл. 3 для 2011–2014 гг.

По другим поллютантам ситуации со значительным загрязнением экосистемы Печорского моря в рассматриваемый период не наблюдались [11].

Выводы

Таким образом, следует предположить, что техногенные факторы, связанные с хозяйственной деятельностью в районе Варандейского терминала, в 2011–2014 гг. очень слабо влияли на механизм функционирования биологической ступени маргинального фильтра устья р. Печоры. Геоэкологическую ситуацию, наблюдаемую в рассматриваемом районе Печорского моря во втором десятилетии XXI века, можно в целом признать удовлетворительной.

Исследования проведены в ходе выполнения государственного задания по теме «Современные и древние донные осадки и взвесь Мирового океана – геологическая летопись изменений среды и климата: рассеянное осадочное вещество и донные осадки морей России, Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов – литологические, геохимические и микропалеонтологические исследования; изучение загрязнений, палеообстановок и процессов в маргинальных фильтрах рек» № 0128-2021-0006.

Список литературы / References

1. Технический отчет «Экологический мониторинг морских экосистем в районе стационарного морского ледостойкого причала и подводного нефтепровода в 2014 году» Книга 1. [Электронный ресурс] URL: <https://studylib.ru/doc/2052265/e-kologicheskij-monitoring-morskih-e-kosistem> (дата обращения: 05.05.2021).

Technical Report «Environmental Monitoring of Marine Ecosystems in the Area of a Stationary Offshore Ice-Resistant Berth and Underwater Oil Pipeline in 2014» Book 1. [Electronic resource]. URL: <https://studylib.ru/doc/2052265/e-kologicheskij-monitoring-morskih-e-kosistem> (date of access: 05.05.2021) (in Russian).

2. Шуленин В.П. Математическая статистика. Ч. 3: Робастная статистика. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 520 с.
- Shulenin V.P. Mathematical Statistics. Part 3: Robust statistics. Tomsk: Izd-vo NTL, 2012. 520 p. (in Russian).
3. Мискевич И.В. Гидрохимия приливных устьев рек: методы расчетов и прогнозирования: автореф. дис. ... докт. географ. наук. Санкт-Петербург, 2005. 50 с.
- Miskevich I.V. Hydrochemistry of tidal estuaries of rivers: methods of calculations and forecasting: avtoref. dis. ... dokt. geograf. nauk. Sankt-Peterburg, 2005. 50 p. (in Russian).
4. Мискевич И.В., Таптыгин М.Ю. Характеристика режима температуры и солености вод Печорского моря в районе о. Варандей // Труды Архангельского центра Русского географического общества. Вып. 3. 2015. С. 256–259.
- Miskevich I.V., Tapygin M.Yu. Characteristic of the temperature and salinity regime of the Pechora Sea waters in the area of Varandey Island // Trudy Arkhangel'skogo tsentra Russkogo geograficheskogo obshchestva. Вып. 3. 2015. P. 256–259 (in Russian).
5. Демина Л.Л. К оценке роли глобальных биологических фильтров в геохимической миграции микроэлементов в океане: маргинальный фильтр океана // Доклады академии наук. 2011. Т. 439. № 1. С. 114–117.
- Demina L.L. Evaluation of the role of global biological filters in the geochemical migration of trace elements in the ocean: the marginal filter of the ocean // Doklady akademii nauk. 2011. Vol. 439. No. 1. P. 114–117 (in Russian).
6. Гордеев В.В. Геохимия системы река-море. М.: ИП Матушкина И.И., 2012. 452 с.
- Gordeev V.V.. Geochemistry of the river-sea system. М.: IP Matushkina I.I., 2012. 452 p. (in Russian).
7. Мискевич И.В., Коробов В.Б., Губайдуллин М.Г. Оценка воздействия хозяйственной деятельности по освоению месторождений углеводородного сырья на бентосные сообщества Печорского моря при работе в штатном режиме // Проблемы региональной экологии. 2014. № 2. С. 120–126.
- Miskevich I.V., Korobov V.B., Gubaidullin M.G. Assessment of the impact of economic activities on the development of hydrocarbon deposits on the benthic communities of the Pechora Sea during normal operation // Problemy regional'noy ekologii. 2014. No. 2. P. 120–126 (in Russian).
8. Ильин Г.В., Усягина И.С., Касаткина Н.Е. Геоэкологическое состояние среды морей российского сектора Арктики в условиях современных техногенных нагрузок // Вестник Кольского научного центра РАН. 2015. № 2 (21). С. 82–92.
- Ilyin G.V., Usyagina I.S., Kasatkina N.E. The geoecological state of the environment of the seas of the Russian sector of the Arctic under the conditions of modern technogenic loads // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2015. No. 2 (21). P. 82–92 (in Russian).
9. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа: в 2-х т. 2-е изд. М.: 2017. 326 с.
- Patin S.A. Oil and ecology of the continental shelf: in 2 vols. 2-nd ed. М.: 2017. 326 p. (in Russian).
10. Самохина Л.А. Воздействие нефтяных углеводородов и бенз(а)пирена на количественные характеристики макрозообентоса Белого и юго-восточной части Баренцева морей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мурманск, 2010. 171 с.
- Samokhina L.A. The impact of petroleum hydrocarbons and benzo (a) pyrene on the quantitative characteristics of the macrozoobenthos of the White and southeastern Barents Seas: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Murmansk, 2010. 171 p. (in Russian).
11. Котова Е.И., Коробов В.Б., Павленко В.И. Экстремальные загрязнения на территории Арктической зоны Российской Федерации: случаи и анализ // Проблемы региональной экологии. 2018. № 1. С. 67–72.
- Kotova E.I., Korobov V.B., Pavlenko V.I. Extreme pollution on the territory of the Arctic zone of the Russian Federation: cases and analysis // Problemy regional'noy ekologii. 2018. No. 1. P. 67–72 (in Russian).