

УДК 556:502:911.6(268.46)

**ДИНАМИКА СЕЗОННОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОРЯ****Ружникова Н.Н.***Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: nina_zavernina@bk.ru*

Необходимость районирования акватории Белого моря обусловлена интенсивностью экономического освоения акватории, заботой об охране морской среды, дальнейшими перспективами развития инфраструктуры акватории и другими факторами. Ранее автор в других работах выполнил районирование акватории по среднегодовым значениям. При этом возник вопрос, как и что может измениться в Белом море при сезонном районировании. Поэтому основной задачей данной работы стало определение наименее изменчивых зон при сезонном районировании акватории Белого моря, так как эти районы наиболее устойчивы к экологическим изменениям. В качестве объекта исследования выбрано Белое море. Районирование проведено посредством балльных классификаций и экспертных технологий. В качестве исходных данных были использованы: статистические данные Росгидромета; данные обзоров загрязнения природной среды в прибрежной зоне Белого моря и текстовые данные из литературных источников. Для исследования было отобрано 27 влияющих факторов, разбитых на 6 групп. Акватория Белого моря разбита на 88 равных участков. Сезоны выбирались календарными. Для географо-экологической оценки и сравнения акватории в разные сезоны разработана специальная шкала, разбитая на 5 диапазонов. Карты сезонного районирования сравнивались между собой, результат их представлен на пяти рисунках. Анализ карт показал, что на акватории моря имеются стабильные в экологическом отношении участки, которые занимают 8% всей акватории. Основная часть которых находится в Онежском заливе, также такие районы есть на входе в Кандалакшский залив, в центральной части Горла и западной части Воронки.

Ключевые слова: районирование, Белое море, акватория, балльные оценки, сравнение, факторы, сезоны, изменение

DYNAMICS OF SEASONAL GEOECOLOGICAL ZONING OF THE WHITE SEA AREA**Ruzhnikova N.N.***Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow,
e-mail: nina_zavernina@bk.ru*

The need for zoning of the White sea is due to the intensity of economic development of the water area, concern for the protection of the marine environment, further prospects for the development of the infrastructure of the water area and other factors. The early author, in works, performed zoning of the water area by average annual values. This raised the question of how and what can change in the White sea in seasonal zoning. Therefore, the main task of this work was to determine the least volatile zones in the seasonal zoning of the White sea, because these areas are most resistant to environmental changes. The white sea was chosen as the object of research. Zoning is carried out by means of point classifications and expert technologies. As the initial data were used: statistical data of Roshydromet; data from surveys of environmental pollution in the coastal zone of the White sea and text data from literary sources. 27 influencing factors were selected for the study, divided into 6 groups. The White sea is divided into 88 equal areas. Seasons were chosen calendar. For geographical and environmental assessment and comparison of the water area in different seasons, a special scale is developed, divided into 5 ranges. Maps of seasonal zoning were compared with each other, the result of which is presented in 5 figures. The analysis of the maps showed that there are ecologically stable areas in the sea, which occupy 8% of the entire water area. The main part of which is located in the Onega Bay, and such areas are at the entrance to the Kandalaksha Bay, in the Central part of the Gorlo and the Western part of the Voronka.

Keywords: Zoning, the White Sea, aquatory, point scoring, comparison, factors, seasons, change

Районирование – важнейший метод пространственного анализа в географии. Оно так же важно для географических исследований, как периодическая таблица Д.И. Менделеева для химии.

В связи с высокой динамичностью океанологических характеристик районирование акватории значительно отличается от районирования суши. При районировании акватории необходимо принимать во внимание, что изменения происходят как на поверхности моря, так и на дне и по всей глубине (в трех проекциях) [1], в то время

как при районировании суши изменения происходят только в одной проекции (горизонтальной).

Актуальность данной работы заключается в том, что изменчивость природных характеристик Белого моря под влиянием сезонных изменений очень велики. Как показано в работе [2], в которой были получены количественные характеристики изменчивости площади районов при тематическом районировании его акватории, это обстоятельство очень сильно влияет на границы районов как относительно гра-

ниц, полученных по среднегодовым данным, так и по отношению друг к другу. В связи с этим представляет интерес проведение сезонного геоэкологического районирования акватории Белого моря как высокодинамичного объекта, подверженного постоянному техногенному влиянию и выделения районов, наименее подверженных экологической напряженности.

Объектом исследования выбрано Белое море. Белое море – уникальный природный водоём. Оно является внутренним морем, и все его берега принадлежат Российской Федерации. Такое местоположение превращает его в транспортный коридор.

Цель работы: исследование наименее изменчивых зон при сезонном районировании акватории Белого моря, в минимальной степени подверженных угрозе негативного антропогенного воздействия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выделить природные и социально-экономические факторы, влияющие на экосистему Белого моря.

2. Выполнить сезонное геоэкологическое районирование Белого моря.

3. Провести анализ карт, выделить районы акватории, где не произошло изменений, определить факторы, повлиявшие на данный результат, и дать рекомендации по применению данных участков акватории Белого моря в экологическом аспекте.

В качестве исходных данных в работе были использованы: данные ежегодников на территории деятельности Северного межрегионального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета; данные обзоров загрязнения природной среды в прибрежной зоне Белого моря; обобщенные и систематизированные сведения по фауне морских млекопитающих Российской Арктики и текстовые данные из литературных источников.

В данной работе в качестве методики автор использует метод балльных классификаций, основанный на суммарной оценке баллов с учетом весовых коэффициентов факторов, который нашел свое применение и в районировании суши, и в районировании морских акваторий.

Районирование было проведено посредством балльных классификаций, показавших свою эффективность для районирования морских акваторий и районирования в целом [3, 4].

Расчёты интегрального показателя I_L – суммарной балльной оценки производились по формуле [1]

$$I_L = \sum_1^R k_j \sum_i^n k_{j,i} p_i, \quad (1)$$

где p_i – балльные оценки показателей, k_j – весовые коэффициенты групп факторов, $k_{j,i}$ – весовые коэффициенты факторов, $i = 1 \dots n$ – количество факторов в группе, $j = 1 \dots R$ – количество групп, L – количество участков, на которые разбивается акватория.

Балльные оценки показателей факторов рассчитывались при помощи специально построенных для каждого показателя шкалы. Весовые коэффициенты находились методом анализа иерархий [5], путём индивидуального опроса экспертов, поскольку при групповых опросах результаты оценивания могут существенно деформироваться [4].

Для исследования было отобрано 27 влияющих факторов, разбитых на 6 групп (климатические, океанологические, гидрохимические, геологические, социально-экономические и экологические). Акватория моря была разделена на 88 примерно равных участков. Для каждого квадрата рассчитаны баллы показателей факторов, умноженные на соответствующие весовые коэффициенты. Сезоны выбирались календарными, чтобы была определённость в интерпретации результатов [6]. В противном случае из-за различной продолжительности сезонов на Севере возникают проблемы с приведением сезонов к единой длительности.

Для географо-экологической оценки и сравнения акватории в разные сезоны разработаны специальные вербально-числовые шкалы суммарных балльных оценок. Для районирования шкала представляет собой разбиение числовых значений суммарных балльных оценок между минимумом и максимумом на 5 равных интервалов (-2, -1, 0, 1, 2).

Карты районирования сравнивались между собой по сезонам и по сезонам со среднегодовым значениям. Результаты сравнения показаны на рис. 1–5.

Анализ рис. 5 показал, что на большей части акватории Белого моря произошли сезонные изменения. Только на 8% акватории не произошло изменений. Основная часть этих районов расположена в Онежском заливе, также такие районы есть на входе в Кандалакшский залив, в Горле и западной части Воронки.

Рассмотрим, на каких участках акватории не произошло никаких изменений, т.е.

балльные оценки остались те же при сравнении сезонов, и какие факторы повлияли на данный результат.

Квадрат 20. В данном квадрате не произошло никаких изменений в океанологических, гидрохимических и экологических группах факторов. А именно: в океанологической группе остались неизменными такие факторы, как течения, волнения, приливы и фронтальные зоны. В гидрохимической группе не произошло изменений в БПК. В экологической группе остались неизменными такие факторы,

как ООПТ, млекопитающие, рыбные запасы, загрязнение атмосферы и загрязнение воды.

Квадраты 47, 50, 79, 84, 87 и 88. В данных квадратах, занимающих 7% акватории, не произошло никаких изменений в гидрохимических и экологических группах факторов. В гидрохимической группе не произошло изменений в БПК. В экологической группе остались неизменными такие факторы, как биопродуктивность, млекопитающие, рыбные запасы, загрязнение атмосферы и загрязнение воды.



Рис. 1. Сравнение зимнего периода с весенним



Рис. 2. Сравнение весеннего периода с летним

Изменение экологической
напряженности акватории:

- 2 - уменьшилась за две градации
- 1 - уменьшилась на одну градацию
- 0 - не произошло никаких изменений
- 1 - увеличилась на одну градацию
- 2 - увеличилась на две градации



Рис. 3. Сравнение летнего периода с осенним

Изменение экологической
напряженности акватории:

- 2 - уменьшилась за две градации
- 1 - уменьшилась на одну градацию
- 0 - не произошло никаких изменений
- 1 - увеличилась на одну градацию
- 2 - увеличилась на две градации



Рис. 4. Сравнение осеннего периода с зимним

Квадрат 20 находится в юго-западной части Воронки. Для него характерны быстрые течения, высокие приливы и волнения, низкое содержание БПК. В данном районе проходит миграция белухи и местообитание морского зайца, моржа. Также здесь находятся скопления наваги, трески, камбалы, зубатки, корюшки, мойвы и сайки. Низкие показатели загрязнения воды и воздуха обу-

словлены отсутствием в данном районе агропромышленности.

Квадрат 47 находится на западном берегу Горла, квадрат 50 находится на границе Кандалакшского залива и Бассейна. Для данных районов характерны низкие значения загрязнения воды и воздуха. Здесь проходят миграции белухи. Район квадрата 50 является местообитанием сельди, камбалы, зубатки, корюшки.

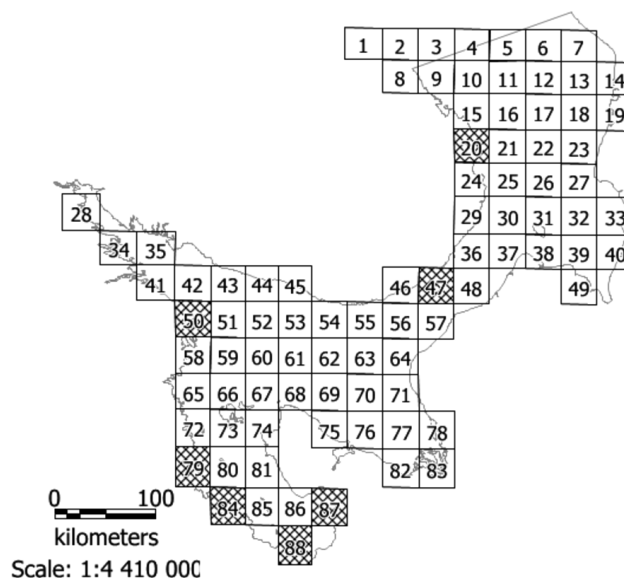


Рис. 5. Сравнение всех сезонов между собой (штриховкой показаны те квадраты акватории, где не произошло никаких изменений при сравнении сезонов между собой)

Выводы

Кратко сформулируем выводы и дадим рекомендации.

Таким образом, на 8% акватории находятся наименее изменчивые зоны при сезонном районировании акватории Белого моря. Наибольшее число районов, соответствующее 5% от всей акватории, в которых не произошло никаких изменений, находятся в Онежском заливе (79, 84, 87, 88 квадраты). Это обусловлено мелководностью залива, а также малой загруженностью залива морским транспортом; отсутствием больших промышленных городов на побережье и, как следствие, высоких выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водную среду; ежегодным местообитанием кольчатой нерпы и белухи и промысловых рыб (беломорской сельди, наваги, семги, камбалы, корюшки, сига, мойвы), а также промыслом бурых водорослей.

В качестве рекомендаций данные выводы могут иметь принципиальное значение при принятии управленческих решений, при решении экологических задач, потому что данные участки наименее подвержены геоэкологическому изменению.

При этом грубая аппроксимация береговой черты при проведении районирования пока оставляет открытым вопрос об изменчивости устьевых областей, впадающих в море, многочисленных, характеризующихся высокой динамичностью [7], влия-

ющих на нефтяное загрязнение [8]. Данная проблема станет дальнейшим направлением исследований влияния сезонной изменчивости устьевых областей крупных и малых рек Белого моря на устойчивость районирования его прибрежных акваторий.

Работа выполнена в рамках темы № 0149-2019-0007 государственного задания «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».

Список литературы / References

1. Овсепян А.Э., Зимовец А.А., Федоров Ю.А. Современные исследования особенностей поведения ртути в условиях водных объектов севера европейской территории России на кафедре физической географии, экологии и охраны природы института наук о земле ЮФУ // International Scientific and Practical Conference World science. 2016. Т. 2. № 8 (12). С. 33–36.

Ovsepyan A.E., Zimovic A.A., Fedorov Yu.A. Modern studies of the behavior of mercury under conditions of water bodies in the North of the European territory of Russia at the Department of physical geography, ecology and nature conservation, Institute of earth Sciences, SFU // International Scientific and Practical Conference World science. 2016. Vol.2. № 8 (12). P. 33–36 (in Russian).

2. Ружникова Н.Н., Коробов В.Б. Сезонная изменчивость районирования акватории Белого моря // Проблемы региональной экологии. 2017. № 3. С. 48–55.

- Ruzhnikova N.N., Korobov V.B. Seasonal changes in the zoning of the White sea // *Regional Environmental Issues*. 2017. No. 3. P. 48–55 (in Russian).
3. Завернина Н.Н., Коробов В.Б. Факторы, определяющие экологическую ситуацию в Белом море // *Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: материалы X Международной конференции*. Архангельск: СГМУ, 2007. С. 313–316.
- Zaverina N.N., Korobov V.B. The determinants of the ecological situation in the White sea // *Problems of study, rational use and protection of natural resources of the White sea. Proceedings of the X International conference*. Arkhangelsk: SGMU, 2007. P. 313–316 (in Russian).
4. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии: монография. Архангельск: Изд. Поморского государственного университета, 2008. 244 с.
- Korobov V.B. The Expert methods in geography and Geoecology: monograph. Arkhangelsk: Izd. Pomorskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. 244 p. (in Russian).
5. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.
- Saati T.L. Decision-making with dependencies and feedbacks: analytical networks. M.: Knizhny'j dom «LIBROKOM», 2009. 360 p. (in Russian).
6. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том II. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 240 с.
- Hydrometeorology and hydrochemistry of the USSR seas. Volume II. White sea. Vol. 1. Hydrometeorological conditions. L.: Hydrometeoizdat, 1991. 240 p. (in Russian).
7. Лещев А.В., Мискевич И.В., Коробов В.Б., Лохов А.С., Чульцова А.Л., Хоменко Г.Д., Белоруков С.К., Яковлев А.Е. Пространственные особенности приливной изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик устьевой области реки Северная Двина в зимнюю межень // *Океанология*. 2017. Т. 57. № 2. С. 303–310. DOI: 10.7868/S0030157416060083.
- Leshchev V.A., Miskevich I.V., Korobov V.B., Loxov A.S., Chulczova A.L., Khomenko G.D., Belorukov S.K., Yakovlev A.E. Spatial characteristics of tidal variability of hydrological-hydrochemical characteristics of the mouth area of the Severnaya Dvina river in the winter low water period // *Oceanology*. 2017. V. 57. № 2. P. 303–310 (in Russian).
8. Мискевич И.В. Оценка возможных масштабов аварийной нефтью мезомакроприливных устьев рек Белого моря // *Проблемы региональной экологии*. 2016. № 1. С. 26–31.
- Miskevich I.V. Assessment of the possible scale of emergency oil meso macro tidal estuaries of the white sea // *Regional Environmental Issues*. 2016. № 1. P. 26–31 (in Russian).