

УДК 502; 556; 911.6

DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-05-13

Для цитирования:

Н.Н. Ружникова
Геоэкологическое
районирование заливов
Белого моря // Российская
Арктика. 2021. № 13. С. 05–13.
DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-05-13

Получена: 03.03.2021

Принята: 20.06.2021

Опубликована: 01.07.2021



Статья распространяется в полнотекстовом формате на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Работа выполнена в рамках темы НИР № 0128-2021-0006 «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».

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАЛИВОВ БЕЛОГО МОРЯ

Н.Н. Ружникова¹

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия;
nina_zavernina@bk.ru

Аннотация: Районирование заливов Белого моря обусловлено интенсивным антропогенным влиянием на его акваторию. Ранее автор в своих работах выполнила экологическое районирование всей акватории моря по среднегодовым и сезонным значениям. На берегах заливов расположены крупные города, в которых размещены предприятия лесной, деревообрабатывающей, машиностроительной, химической промышленности, в трех из четырех заливов расположены нефтяные терминалы. Поэтому возникает вопрос, как будет изменяться экологическая обстановка в заливах в разные сезоны. Районирование выполнено посредством балльных классификаций. В качестве исходных данных были использованы статистические данные Росгидромета 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. Итоговые результаты расчетов представлены на 4 рисунках. Анализ сезонных карт заливов Белого моря показал, что экологическая напряженность в весенний период наиболее высокая, в летний – наименее. Основными факторами, влияющими на данный результат, являются загрязнение воды и нефтяное загрязнение.

Ключевые слова: Белое море, заливы, районирование, сезоны, факторы, экологическая напряженность, изменчивость, балльные оценки, берега, весовые коэффициенты

GEOECOLOGICAL ZONING OF THE BAYS OF THE WHITE SEA

N.N. Ruzhnikova¹

¹ Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia
nina_zavernina@bk.ru

Abstract: Zoning of the White Sea subjects to intense anthropogenic influence. Previously the author in his works performed ecological zoning the entire water area of the sea according to average annual and seasonal values. Large cities are located on the shores of the bays, in which enterprises of the forest, woodworking, engineering, chemical industry are located, oil terminals are located in three of the four bays. Zoning is carried out by means of point classifications. Statistical data of Roshydromet and text data from literary sources were used as initial data. For the study, 27 influencing factors were selected, divided into 6 groups. The water area of the White Sea is divided into 88 equal sections. Calendar seasons have been selected. The final results of calculations are shown in 4 figures. Analysis of seasonal maps of the bays of the White Sea showed that environmental tensions in the spring are highest, in the summer - the least. The main factors influencing this result are water pollution and oil pollution.

Keywords: White Sea, bays, zoning, seasons, factors, environmental stress, variability, point grades, shores, weighting factors

Одним из наиболее эффективных способов компактного представления информации об объекте в науках о земле является районирование территорий и акваторий. Поэтому районирование имеет давнюю историю, и за многие годы была разработана соответствующая методология, позволяющая решать множество научных и прикладных задач.

Первое в научном понимании районирование территорий в России – в середине XIX века – было выполнено К.И. Арсеньевым [16], который по статистическим данным выделил хозяйственные районы России. Но собственно методологию районирования как научное направление начал разрабатывать П.П. Семёнов-Тян-Шанский [2], который первым начал составлять тематические карты. Заложенные в этих работах научные основы были развиты в советское время целой плеядой учёных, создавших отечественную школу районирования: Н.Н. Баранским [1], В.И. Блануцей [3], В.С. Тикуновым [19], В.Л. Каганским [8], А.М. Трофимовым [20], Б.И. Кочуровым [13] и др. В настоящее время районирование превращается в набор технологий, которые стремительно развиваются [12].

Особо следует отметить вклад Б.И. Кочурова, разработавшего методологический подход к геоэкологическому районированию по степени экологической напряжённости.

При том, что Белое море имеет небольшие размеры и относительно хорошо изучено, применительно к этому объекту отсутствует системный подход геоэкологического районирования акватории. Исследовательских работ, выполненных в данном русле, также очень мало.

Геоэкологическое районирование – это комплексное районирование, основной объект которого — целостные природно-хозяйственные образования (современные природно-антропогенные ландшафты, или геосистемы), оцененные либо по степени антропогенного влияния и преобразованное природных ландшафтов, либо по характеру и степени экологического неблагополучия с точки зрения качества жизни человека [14].

При решении поставленной задачи была использована методология балльных классификаций, основанная на суммарной оценке баллов с учетом весовых коэффициентов факторов, успешно используемая для классификации водных объектов [10, 11, 15].

Сравнение факторов в таких экспертных системах производится на основании суммы баллов, в которых оцениваются значения характеристик объекта. Под характеристиками в данном случае понимаются числовые величины факторов, влияющих на состояние акватории. Степень вклада каждого фактора определяется экспертным

путем в виде соответствующих весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты часто используются в моделях классификации природных объектов, где они позволяют более корректно учесть значимость показателей влияющих факторов, выраженных в баллах [5, 9, 10].

Объект исследования. Акватория Белого моря отличается большой пространственно-временной изменчивостью всех протекающих в нём процессов, причиной которой являются изрезанность береговой черты, наличие сильных приливных течений и наличие ледяного покрова. Данное обстоятельство сказывается и на районировании акватории моря, что было подтверждено в работе [17], выполненной по этой же методологии. При этом было установлено, что крупные заливы имеют свои особенности, отличающие их друг от друга, а также от остальной акватории моря.

Поэтому в качестве объекта дальнейших исследований и были выбраны крупные заливы Белого моря, к которым относятся Кандалакшский, Онежский, Двинский и Мезенский, чтобы более детально определить их отличия при проведении районирования. Для них характерно большое количество островов, сложный рельеф дна, интенсивные приливы и большой речной сток. Также на берегах этих заливов расположены крупные промышленные города – Архангельск, Северодвинск, Онега, Кемь-Порт, Кандалакша и Мезень, для которых характерны выбросы в атмосферу и сброс загрязнённых вод (Рис. 1).

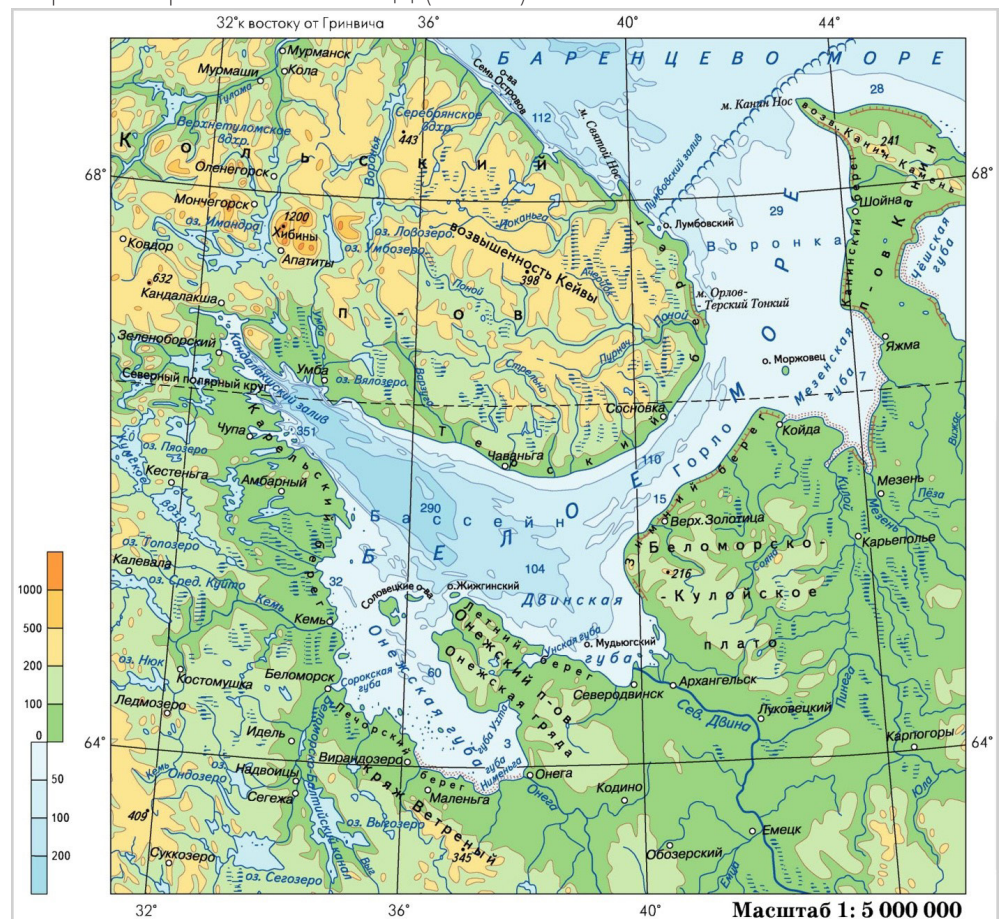


Рисунок 1 – Карта Белого моря.

Целью данной работы является проведение геоэкологического районирования заливов Белого моря, выявление их особенностей и выделение береговых зон в заливах с наиболее подверженных негативному воздействию участков при антропогенной нагрузке.

Методика. Весовые коэффициенты влияющих факторов рассчитывались одним из самых распространенных и получивших наибольшую популярность в мире методов многокритериального оценивания - методом анализа иерархий (МАИ) [18]. Для проведения районирования было выделено 27 факторов, объединенные в 6 групп по общим характеристикам: климатические (термический режим, ветер, туман, опасные гидрометеорологические явления), океанологические (течения, ветровое волнение, приливы, фронтальные зоны, речной сток, ледовые явления), гидрохимические (соленость, потребление кислорода, рН, концентрация биогенов, кислород), геологические (взвеси, устойчивость берегов, рельеф дна), социально-экономические (транспорт, население), экологические (ООПТ, биопродуктивность, морские млекопитающие, рыбные запасы, загрязнение атмосферы, загрязнение воды, нефтяное загрязнение) [6].

Вся акватория моря разделена на 88 участков в виде квадратов. Для каждого квадрата рассчитывался интегральный показатель по формуле [10]:

$$I_R = \sum_1^R k_j \sum_i^n k_{ij} p_i,$$

где k_j – весовые коэффициенты групп факторов, k_{ij} – весовые коэффициенты внутри групп, $j = 1...R$ – количество групп, p_i – балльные оценки факторов, I – сумма баллов каждого объекта по данным измерений признаков. Для получения балльных оценок строились линейные шкалы характеристик факторов в диапазоне от 0 до 9 баллов. Значения весовых коэффициентов определялись в долях единицы.

На основе суммирования внутригрупповых балльных оценок с учётом весовых коэффициентов факторов и межгрупповых весовых коэффициентов построены 4 карты – рис. 2.

Геоэкологическое районирование выполнено по сезонным данным, которые в данном случае брались как календарные [4]. Для анализа карт была построена вербально-числовая шкала экологической напряженности. Под «экологической напряженностью» понимается степень изменения окружающей природной среды, складывающаяся в результате определенного сочетания и соотношения ареалов экологических ситуаций разной степени остроты [14].

Вербально-числовая шкала построена в линейном приближении на основании полученных наибольшего и наименьшего интегральных показателей и была разбита на 5 классов экологической напряженности:

V - очень высокий (4,5-4), IV – высокий (4-3,5), III – средний (3,5-3), II – умеренный (3-2,5), I – низкий (2,5-2). Анализ карт проходил по принципу: чем выше значение показателя, тем уязвимее район акватории в экологическом отношении.

Анализ результатов. Рассмотрим общую картину экологической напряженности, выделяя факторы, оказывающие наибольшее влияние на ситуацию. В зимний период в заливах преобладает преимущественно III класс экологической напряженности (34%) (Рис. 2а).

Мезенский залив – почти по всей береговой линии залива преобладает III класс экологической напряженности. В устьевой области р. Мезени, где величина напряженности наибольшая, основным фактором, влияющим на данную обстановку является термический режим атмосферы.

Кандалакшский залив – наблюдается II класс экологической напряженности. По южному берегу залива

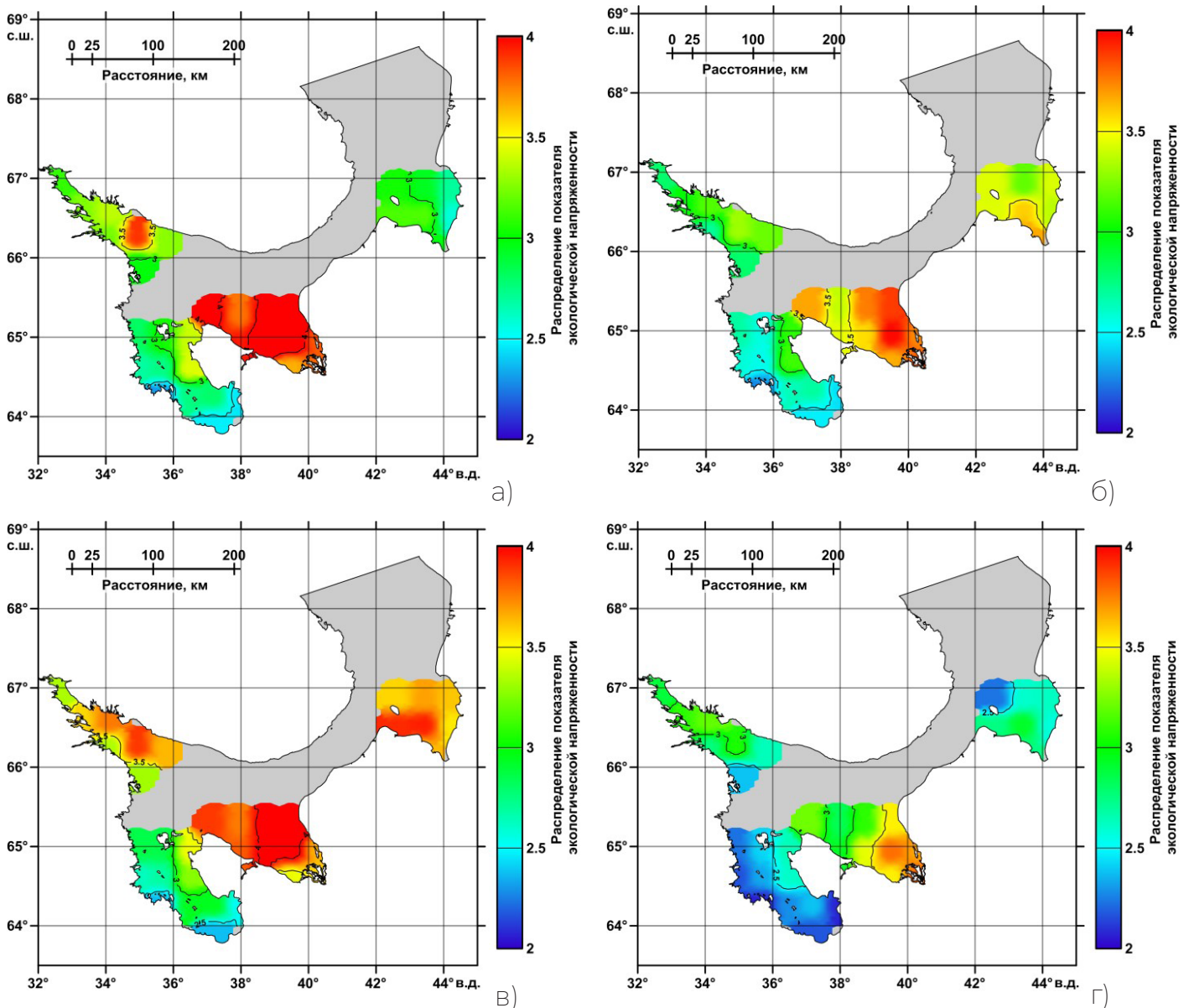


Рисунок 2 – Экологическая напряженность в заливах Белого моря: а) в зимний период; б) в весенний период; в) в летний период; г) в осенний период.

преобладает III класс экологической напряженности. Основным фактором, влияющим на такую ситуацию, является нефтяное загрязнение.

Онежский залив – по всему заливу преобладают II и I классы экологической напряженности. И только на выходе из залива по восточному берегу наблюдается III класс экологической напряженности.

Двинский залив – преобладает III класс экологической напряженности. По всему северному берегу залива, куда направляется сток Северной Двины наблюдается V класс экологической напряженности. Факторы, оказывающие наибольшее влияние на данную ситуацию: загрязнение воды и нефтяное загрязнение.

В весенний период в заливах в целом преобладает IV класс экологической напряженности (46%) (Рис. 2б).

Мезенский залив – преобладает III класс экологической напряженности, на выходе из залива по южному берегу наблюдается IV класс экологической напряженности. Фактором, влияющим на данную ситуацию, как и зимой, является термический режим.

Кандалакшский залив – преобладает III класс экологической напряженности. В центральной части залива на южном побережье наблюдается IV класс экологической напряженности. Фактор, влияющий на данную ситуацию – нефтяное загрязнение.

Онежский залив – преобладает II и I класс экологической напряженности. На выходе из залива по восточному берегу наблюдается III класс экологической напряженности. Факторы, влияющие на данную ситуацию – загрязнение воды и воздействие на особо охраняемые природные территории.

Двинский залив – преобладает IV и V класс экологической напряженности. В центральной части залива наблюдается V класс экологической напряженности. Факторы, влияющие на данную ситуацию: загрязнение воды стоком Северной Двины и нефтяное загрязнение.

В летний период в заливах также преобладает II класс экологической напряженности (37%) (Рис. 2в).

В Мезенском заливе – по всему побережью преобладает II класс экологической напряженности. Фактором, влияющим на данную ситуацию, являются загрязнение воды и нефтяное загрязнение.

В Кандалакшском заливе – преобладает II класс экологической напряженности. Основным фактором, влияющим на данную ситуацию, является нефтяное загрязнение.

В Онежском заливе преобладает I класс экологической напряженности. И только на выходе из залива на восточном побережье наблюдается II класс экологической напряженности. Основным фактором, оказавшим влияние на такой результат, является загрязнение воды.

В Двинском заливе наблюдается III и IV класс экологической напряженности. Устьевую часть залива

и северное побережье занимает район с IV классом экологической напряженности. Факторы, влияющие на такую ситуацию - это нефтяное загрязнение, загрязнение воды и воздуха.

В осенний период в заливах преобладает III и II класс экологической напряженности (31%) (Рис. 2г).

В Мезенском заливе наблюдается III класс экологической напряженности. Факторы, влияющие на данную ситуацию – это рыбные запасы и загрязнение воды.

В Кандалакшском заливе преобладает III класс экологической напряженности. В центральной части наблюдается IV класс экологической напряженности. Основным фактор, влияющий на такую обстановку – это нефтяное загрязнение.

В Онежском заливе наблюдается II умеренный класс экологической напряженности. На выходе из залива по восточному побережью наблюдается III класс экологической напряженности. Факторы, влияющие на данную ситуацию – это загрязнение воды и нефтяное загрязнение, особо охраняемые природные территории.

В Двинском заливе почти по всему заливу наблюдается V и IV очень класс экологической напряженности. Факторами, влияющими на данную ситуацию, являются нефтяное загрязнение и загрязнение воды.

По материалам ранее выполненных исследовательских работ в весенний период на остальной части акватории преобладает также IV класс экологической напряженности (49%), в летний период на остальной части акватории также II класс (40%).

Анализ карт показал, что во все сезоны в Двинском заливе экологическая напряженность наиболее высокая. Это связано с высокой антропогенной нагрузкой на устьевую область залива (расположенных в данном районе крупных промышленных городов, машиностроительных и лесобработывающих предприятий) и высоким речным стоком. В Онежском заливе обстановка наименее напряженная. Это связано с низкой антропогенной нагрузкой, низкими приливами и течениями, небольшими глубинами.

Заключение. Таким образом, анализ карт геоэкологического районирования по сезонам в крупных заливах Белого моря показал, что экологическая ситуация в заливах в весенний период наиболее напряженная, а в летний период – наименее напряженная. Это связано с повышением температурного режима и началом процессов таяния ледяного покрова, увеличением стока пресных вод. При этом каждый залив отличается своими особенностями, что может иметь прикладное значение при планировании хозяйственной деятельности и осуществлении мероприятий, разрабатываемых для предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций.

Список литературы:

1. Баранский Н.Н. Избранные труды. Научные принципы географии. – М.: Мысль, 1980. 239 с.
2. Берг Л.С. Очерки по истории русских географических открытий. – М.-Л.: Издательство Академии наук СССР, 1946. 258 с.
3. Блануца В.И. Интегральное экологическое районирование: концепции и методы. – М.: ИНФРА-М, 2016. 159 с.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том II. Белое море. Вып.1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеиздат, 1991, 240 с.
5. Губайдуллин М.Г., Коробов В.Б. Экспертная интегральная оценка экологического состояния геологической среды. Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2005, № 3, С. 244-252.
6. 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: Изд-во СГМУ, 2007. С. 313-316.
7. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.
8. Каганский В.Л. Основные практики и парадигмы районирования // Региональные исследования, 2003, № 2. С. 17-30.
9. Коробов В.Б. Географическое обоснование создания транспортной инфраструктуры Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Известия РАН. Серия географическая, 2006, № 4. С. 87-98.
10. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии // Издательство Поморского государственного университета. Архангельск, 2008. С. 244.
11. Коробов В.Б., Середкин К.А. Применение экспертных сетей для экологического районирования Белого моря // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2016, № 3. С. 81-87.
12. Коробов В.Б., Кочуров Б.И., Тутыгин А.Г. Методология районирования сложных географо-экологических объектов экспертно-статистическими методами. – Проблемы региональной экологии, 2020, № 5. С. 42-48.
13. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Назаревский Н.В., Быкова О.Ю., Митяева Г.Т., Мокрушина Л.С., Аксенова А.И. Районирование территории России по степени экологической напряженности // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 1994, № 1. С. 119-125.
14. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование. М.: Академия, 2012. 224 с.
15. Матишов Г.Г., Ивлиева О.В., Беспалова Л.А., Кропянко Л.В. Эколого-географический анализ морского побережья Ростовской области // Доклады Академии наук, 2015, № 1. С. 88-92.
16. Никитин Н.П. К.И. Арсеньев и его роль в развитии экономической географии в России. – Вопросы географии. Сб. 10. Экономическая география СССР. – М.: 1948, ОГИЗ. С. 3-40.
17. Ружникова Н.Н., Коробов В.Б. Сезонная изменчивость районирования акватории Белого моря. Проблемы региональной экологии, 2017, № 3. С. 48-55.
18. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование, М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
19. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание (Опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: Смоленский гуманитарный университет, 1997. 367 с.
20. Трофимов А.М., Кочуров Б.И., Кучерявенко Д.З., Рубцов В.А., Булатова Г.Н. Подходы к составлению карт эколого-экономического районирования региона // Проблемы региональной экологии, 2008, № 4. С. 17-23.

References:

1. Baranskij N.N. Izbrannyye trudy. Nauchnyye principy geografii. – M.: Mysl', 1980. 239 p.
2. Berg L.S. Ocherki po istorii russkih geograficheskikh otkrytij. – M.-L.: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1946. 258 p.
3. Blanuca V.I. Integral'noe ekologicheskoe rajonirovanie: koncepcii i metody. – M.: INFRA-M, 2016. 159 p.
4. Hydrometeorology and hydrochemistry of the USSR seas. Volume II. White sea. Vol.1. Hydrometeorological conditions. - L.: Hydrometeoizdat, 1991. 240 p.
5. Gubajdullin M.G., Korobov V.B. Ekspertnaya integral'naya ocenka ekologicheskogo sostoyaniya geologicheskoy sredy. Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya, 2005, № 3, pp. 244-252.
6. 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: Publishing house of SSMU, 2007, pp. 313-316.
7. Zalugin B. S., Kosarev A. N. Sea. Moscow: Mysl', 1999, 400 p.
8. Kaganskij V.L. Osnovnyye praktiki i paradigmy rajonirovaniya // Regional'nye issledovaniya, 2003, № 2. pp. 17-30.
9. Korobov V. B. Geographical substantiation of the creation of transport infrastructure of the Timan-Pechora oil and gas province. Izvestiya RAN. Geographical series, 2006, No. 4, pp. 87-98.
10. Korobov V. B. The Expert methods in geography and Geoecology. Publishing house of Pomor state University. Arkhangelsk, 2008, 244 p.
11. Korobov V. B., Seredkin K. A. Application of expert networks for environmental zoning of the White sea // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical series, 2016, No. 3, pp. 81-87.
12. Korobov V.B., Kochurov B.I., Tutygin A.G. Metodologiya rajonirovaniya slozhnykh geografo-ekologicheskikh ob'ektov ekspertno-statisticheskimi metodami. – Problemy regional'noj ekologii, 2020, № 5. pp. 42-48.
13. Kochurov B.I., Antipova A.V., Nazarevskij N.V., Bykova O.YU., Mityaeva G.T., Mokrushina L.S., Aksenova A.I. Rajonirovanie territorii Rossii po stepeni ekologicheskoy napryazhennosti // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya, 1994, № 1. pp. 119-125.
14. Kochurov B.I. Geoekologicheskoe kartografirovanie. M.: Akademiya, 2012. 224 p.
15. Matishov G. G., Imlieva O. V., Bepalova L. A., Krupenko L. V. Ecologo-geographical analysis of the sea coast in Rostov region // Reports of Academy of Sciences, 2015, No. 1, pp. 88-92.
16. Nikitin N.P. K.I. Arsen'ev i ego rol' v razvitii ekonomicheskoy geografii v Rossii. – Voprosy geografii. Sb. 10. Ekonomicheskaya geografiya SSSR. – M.: 1948, OGIZ. pp. 3-40.
17. Ruzhnikova N.N., Korobov V.B. Sezonnaya izmenchivost' rajonirovaniya akvatorii Belogo morya. Problemy regional'noj ekologii, 2017, № 3. pp. 48-55.
18. Saaty T., Kearns K. Analytical Planning. Moscow: Radio i svyaz', 1991, 224 p.
19. Tikunov V.S. Klassifikacii v geografii: renessans ili uvyadanie (Opyt formal'nykh klassifikacij). Moskva-Smolensk: Smolenskij gumanitarnyj universitet, 1997. 367 p.
20. Trofimov A.M., Kochurov B.I., Kucheryavenko D.Z., Rubcov V.A., Bulatova G.N. Podhody k sostavleniyu kart ekologo-ekonomicheskogo rajonirovaniya regiona // Problemy regional'noj ekologii, 2008, № 4. pp. 17-23.