УДК 332.143 + 504.062
DOI: 10.24412/2658-4255-2021-4-05-16

Для цитирования:
Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева, М.Б. Шилин Оценка рисков арктического берегового природопользования на основе матричного подхода // Российская Арктика. 2021. № 15. С. 05–16

Получена: 06.08.2021
Принята: 18.08.2021
Опубликована: 15.10.2021

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

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00312

ОЦЕНКА РИСКОВ АРКТИЧЕСКОГО БЕРЕГОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОГО ПОДХОДА

Г.Г. Гогоберидзе[1], Е.А. Румянцева[1], М.Б. Шилин[2]

[1] Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск; gogoberidze.gg@gmail.com, rumkate@rambler.ru
[2] Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург; shilinspb@gmail.com

Аннотация: В арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) и ее береговых эко-социо-экономических системах наблюдается значительное увеличение природных и техногенных рисков природопользования, что связано как с процессами глобального изменения климата Арктики, так и с постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием. На основе представления риска как процесса в виде матриц риск-фактор – риск-источник и риск-объект – риск-фактор, предлагается использование матричного подхода оценки рисков арктического берегового природопользования. Подход основан на процессной классификации рисков, взаимодействии их составляющих и воздействии риска на элементы арктической береговой системы, с использованием экспертных критериальных оценок. В работе сформулированы основные принципы и алгоритм матричного подхода в виде последовательности трех действий: уменьшение размерности матриц составляющих рисков, расчет оценок риск-факторов R_i и расчет оценки интегрального показателя риска R_{Int}. В качестве апробации получены оценки рисков природопользования для двух приморских территориальных образований Мурманской области (городское поселение Кола и сельское поселение Варзуга), и выделены наиболее значимые риск-факторы для каждой территории. Предлагаемый матричный подход позволяет осуществить картирование арктических береговых эко-социо-экономических систем по степени риска природопользования, проводить ситуационные и сценарные оценки интегрального показателя риска и его составляющих вследствие размещения нового инфраструктурного объекта.

Ключевые слова: риск природопользования, береговая эко-социо-экономическая система, Арктика, матрицы составляющих риска, интегральный показатель риска

RISK ASSESSMENT OF THE ARCTIC COASTAL NATURE MANAGEMENT BASED ON THE MATRIX APPROACH

G. Gogoberidze[1], E. Rumiantceva[1], M. Shilin[2]

[1] Murmansk Arctic State University, Murmansk
[2] Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg

Abstract: In the Russian Arctic and its coastal eco-socio-economic systems, there is a significant increase in natural and technogenic risks of nature management, which is associated both with the processes of global climate change in the Arctic and with the constantly increasing anthropogenic impact. Based on the representation of risk as a process in the form of risk-factor – risk-source and risk-object – risk-factor

matrices, it is proposed to use a matrix approach to assessing the risks of Arctic coastal nature management. The approach is based on the process of risks classification, the interaction of their components and the impact of risk on the elements of the Arctic coastal system, using expert criterial assessments. The paper formulates the basic principles and algorithm of the matrix approach in the form of three actions: reducing the dimension of matrices of risk components, calculating risk factor estimates R_i and calculating the assessment of the integral risk indicator R_{Int}. As an approbation, nature management risk assessments were obtained for two coastal territorial formations of the Murmansk Region (Kola urban settlement and Varzuga rural settlement), and the most significant risk factors for each territory were identified. The proposed matrix approach makes it possible to map the Arctic coastal eco-socio-economic systems according to the degree of risk of nature management, to carry out situational and scenario assessments of the integral risk indicator and its components due to the placement of a new infrastructure facility.

Keywords: nature management risk, coastal eco-socio-economic system, Arctic, matrices of risk components, integral risk indicator

Введение

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) с ее берегами является макрорегионом, в котором наблюдается значительное увеличение природных и техногенных рисков природопользования, что подтверждается содержанием недавно принятых документов стратегического планирования и территориального развития (Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года, утвержденные указом Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164; Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, утвержденная указом Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645; Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р, и другие документы) и научными разработками. Это связано с процессами глобального изменения климата Арктики, но в первую очередь – с постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием на береговую эко-социо-экономическую систему АЗРФ [1, 2, 6, 10-12, 15].

В работе [3], в частности, была предложена классификационная система, определяющая виды, источники, сферы действия и пространственный масштаб составляющих рисков природопользования, а также характер их воздействий на элементы арктических береговых эко-социо-экономических систем. Риск как процесс представляется в виде цепочки трех взаимосвязанных составляющих (рис. 1):

- риск-источник как непосредственный элемент арктической береговой эко-социо-экономической системы, который и продуцирует риск природопользования;
- риск-фактор как непосредственный риск (событие), возможность реализации которого исходит от риск-источника с разной степенью вероятности и интенсивности проявления, и представляющий собой угрозу природопользования для какого-либо объекта системы;
- риск-объект как непосредственный элемент арктической берего-

вой эко-социо-экономической системы, на который воздействует риск-фактор, с разной степенью интенсивности и угрозы его устойчивому функционированию. При этом необходимо отметить, что по своей сути риск-объект и риск-источник представляют близкие, а зачастую одни и те же элементы арктической береговой эко-социо-экономической системы, что дает возможность определения обратной связи процесса.

Исходя из такого представления, взаимосвязи элементов структурных составляющих риска оценивались путем проведения экспертных оценок по 5-бальной системе для двух матриц:

- матрица риск-фактор (строки) – риск-источник (столбцы), отражающая степень продуцирования риск-фактора от воздействия каждого из риск-источников (матрица 21*19);
- матрица риск-объект (строки) – риск-фактор (столбцы), отражающая

Рисунок 1 – Структура риска арктического берегового природопользования как процесса, [3].

степень возможного воздействия каждого риск-фактора на нормальное эффективное функционирование риск-объектов (матрица 18*21).

Следующей задачей анализа, прогноза и разработки решений по реализации мероприятий управления рисками природопользования в береговой эко-социо-экономической системе АЗРФ является разработка инструментария оценки факторов риска и его интегрального показателя для рассматриваемого территориального объекта береговой системы. Однако, несмотря на большое количество подходов, включающих как количественные, так и экспертные и нормативные методы оценки рисков, они в большей степени относятся к вероятностным методам, с различной интерпретацией проводимых оценок [5, 7, 13, 14]. Предлагаемый матричный подход основывается на процессной классификации рисков арктического берегового природопользования, взаимодействии их составляющих и воздействии риска на элементы арктической береговой системы, с использованием экспертных критериальных оценок для элементов матриц составляющих риска.

Основные положения методики оценки рисков арктического берегового природопользования на основе матричного подхода

Основные принципы, заложенные в матричном подходе оценки рисков арктического берегового природопользования, включают следующие положения:

- арктическая береговая эко-социо-экономическая система, для которой проводится оценка рисков природопользования, представляет территориальный объект, чья протяженность может варьироваться

от районного (например, приморское муниципальное образование районного уровня управления и прилегающие территориальные воды) до локального (например, приморское муниципальное образование поселений и прилегающие внутренние воды, узловые пространственные объекты в виде берегового поселения и прилегающих внутренних вод, и т.п.) пространственного уровней;

- оценки риск-факторов и интегрального показателя риска для территориального объекта АЗРФ проводятся в безразмерном виде;
- расчет оценки риск-факторов и интегрального показателя риска основывается на матрицах составляющих риска [3]:
  - матрице риск-фактор – риск-источник, которая отражает степень продуцирования риск-фактора от воздействия каждого из риск-источников;
  - матрице риск-объект – риск-фактор, которая отражает степень возможного воздействия каждого риск-фактора на нормальное эффективное функционирование риск-объектов.

Алгоритм матричного подхода оценки риска природопользования в арктической береговой эко-социо-экономической системе реализуется в виде последовательности трех действий.

Уменьшение размерности матриц составляющих риска

Исходные матрицы риск-фактор – риск-источник и риск-объект – риск-фактор могут уменьшать размерность для рассматриваемой береговой системы в зависимости от следующих качеств этой системы.

1. Отсутствия в пределах рассматриваемого территориального объекта риск-источников. В случае отсутствия какого-либо риск-источника (например, портового комплекса и т.п.), естественно, отсутствует возможность продуцирования риск-факторов от него. Таким образом, все элементы соответствующего риск-источнику столбца в матрице риск-фактор – риск-источник обнуляются, и этот столбец становится возможным автоматически удалить из матрицы. При этом в первую очередь принимается во внимание классификационный вид риск-источника, т.е. риск-источники природного происхождения присутствуют практически повсеместно, наличие геологических источников зависит от ряда внешних параметров (например, геологической/сейсмологической устойчивости, типа и степени устойчивости береговой линии и т.п.), а антропогенные/техногенные источники могут присутствовать либо отсутствуют в пределах рассматриваемой территории. В результате количество столбцов в матрице риск-фактор – риск-источник может быть сокращено.
2. Отсутствия на рассматриваемой территории риск-фактора. В соответствии с сокращением столбцов в матрице риск-фактор – риск-источник, в ней возможны нулевые (близкие к нулю) суммарные продуцирующие воздействия оставшихся риск-источников на риск-факторы. В этом случае становится возможным сокращение количества строк в данной матрице, что взаимно влечет сокращение количества столбцов в матрице риск-объект – риск-фактор.
3. Отсутствия на рассматриваемой территории риск-объектов. В случае отсутствия какого-либо риск-объекта (например, обрабатывающих предприятий с соответствующей инфраструктурой и т.п.), естественно, отсутствует возможность воздействия на него риск-факторов. Таким образом, все элементы соответствующей риск-объекту строки в матрице риск-объект – риск-фактор обнуляются, и эту строку становится возмож-

ным автоматически удалить из матрицы. Количество строк в матрице риск-объект – риск-фактор может быть сокращено.

Расчет оценок риск-факторов R_j

Для скорректированных для рассматриваемого территориального объекта матриц риск-фактор – риск-источник и риск-объект – риск-фактор проводится расчет оценки каждого риск-фактора R_i. При этом расчет происходит исходя из двух составляющих:

- сумма строки в матрице риск-фактор – риск-источник, для фактора R_i, с учетом корректирующего коэффициента, отражающего степень управляемости по снижению рисков для каждого риск-источника, воздействующего на риск-фактор;
- сумма столбца в матрице риск-объект – риск-фактор, для фактора R_i, с учетом корректирующих коэффициентов, отражающих пространственный масштаб проявления риск-фактора, временной масштаб воздействия риск-фактора, степень прогнозируемости вероятности проявления риск-фактора, частоту продуцирования воздействия риск-фактора на риск-объект, количество непосредственных риск-объектов, на которые воздействует риск-фактор, степень возможности индуцирования последовательной цепочки риска для риск-объектов и размер (тяжесть) ущерба / последствий реализации риска для риск-объектов.

В общем виде, расчет оценки риска R_i осуществляется по формуле (1):

$$R_i = \sum \left(R_{S-F_j} \cdot k_m \right) + \sum \left[R_{F-O_k} \cdot \left(\frac{k_s + k_t + k_p + k_f + k_c + k_{ind} + k_d}{7} \right) \right], \quad (1)$$

где R_i – оценка проявления i-го риск-фактора, ед.;

$R_{S\text{-}Fj}$ – степень продуцирования i-го риск-фактора со стороны j-го риск-источника, ед.;

$R_{F\text{-}Oj}$ – степень воздействия i-го риск-фактора на k-ый риск-объект, ед.;

k_m – коэффициент степени управляемости по снижению рисков для риск-источника, воздействующего на риск-фактор;

k_s – коэффициент пространственного масштаба проявления риск-фактора;

k_t – коэффициент временного масштаба воздействия риск-фактора;

k_p – коэффициент степени прогнозируемости вероятности проявления риск-фактора;

k_f – коэффициент частоты возникновения воздействия риск-фактора на риск-объект;

k_c – коэффициент количества риск-объектов одного вида, находящихся в пределах рассматриваемой территории, на которые воздействует риск-фактор;

k_{ind} – коэффициент степени возможности индуцирования последовательной цепочки риска для риск-объектов;

k_d – коэффициент размера (тяжести) ущерба / последствий реализации риска для риск-объектов.

По сути, значения всех указанных коэффициентов представляют собой матрицы, с размерностью аналогичными преобразованными для рассматриваемой территории матрицам риск-фактор – риск-источник (для коэффициента k_m) и риск-объект – риск-фактор (для остальных коэффициентов).

Расчет оценки интегрального показателя риска R_{Int}

Оценки интегрального показателя риска R_{Int} рассчитывается как сумма всех риск-факторов R_i, с учетом рассмотренных выше коэффициентов, отображающих территориальные классификационные признаки, видовые формы и особенности составляющих риска. Расчет интегрального показателя риска R_{Int} осуществляется по формуле (2):

$$R_{Int} = \sum R_i, \qquad (2)$$

где R_{Int} – интегральный показатель риска, ед.

Коэффициенты оценки рисков арктического берегового природопользования как территориальные классификационные признаки и видовые формы составляющих риска

Принимая во внимание изложенный алгоритм расчета риска арктического берегового природопользования в виде последовательности риск-источник – риск-фактор – риск-объект, рассмотрим их классификационные признаки, видовые формы, а также градации воздействий на элементы арктических береговых эко-социо-экономических систем в виде рассмотренных выше коэффициентов.

По степени управляемости по снижению рисков (коэффициент k_m) риск-источники подразделяются на:

- управляемые риск-источники, подверженные процессам управления, позволяющим существенно снижать вероятность индуцирования ими риск-факторов;
- ограниченно управляемые риск-источники, имеющие ограниченные возможности по процессам управления и воздействия, позволяющим снижать вероятность индуцирования ими риск-факторов;
- неуправляемые риск-источники, практически не имеющие возможностей по процессам управления и воздействия, позволяющим снижать вероятность индуцирования ими риск-факторов.

По пространственному масштабу проявления (коэффициент k_s) риск-факторы подразделяются на:

- локальные, риск-фактор воздействует на единичный объект, площадью до 1 км^2;
- местные, риск-фактор воздействует на единичный объект или несколько компактно расположенных объектов, на площади от 1 до 100 км^2;
- региональные, риск-фактор воздействует на совокупность объектов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, на площади более 100 км^2;
- глобальные, риск-фактор воздействует на совокупность объектов АЗРФ в пределах одного или нескольких регионов (субъектов Российской Федерации), с потенциальным воздействием на всю территорию АЗРФ в целом.

По временному масштабу воздействия (коэффициент k_t) риск-фактор и последствия его проявления подразделяются на:

- краткосрочные, с кратковременным (до 3 суток) воздействием на объект;
- среднесрочные, с непродолжительным (от 3 до 30 суток) воздействием на объект;

- долгосрочные, с долговременным (более 30 суток) воздействием на объект.

По степени прогнозируемости вероятности проявления (коэффициент kp), риск-фактор и последствия его проявления подразделяются по следующим градациям:

- прогнозируемые, с высокой степенью вероятности реализации прогноза (более 75 %);
- частично прогнозируемые, невысокая степень вероятности реализации прогноза (25-75 %);
- непрогнозируемые, практически без возможности составления прогноза (вероятность его реализации менее 25 %).

По частоте возникновения (коэффициент k_f) выделяют следующие градации риск-фактора и последствий его проявления:

- единичные, единичный характер возникновения (не более 1 раза в 10 лет);
- редкие, имеющие редкий характер возникновения (не менее 1 раза в 3 года);
- регулярные, которые возникают регулярно (не менее 1 раза в год);
- частые, с периодичностью в среднем за год не менее 1 раза в 3 месяца.

По признаку количества объектов (реципиентов) риска, располагающихся в пределах рассматриваемой территории АЗРФ (коэффициент k_c), градации риск-объектов включают:

- единичные риск-объекты, 1 объект на территорию;
- группа риск-объектов, до 5 объектов на территорию;
- совокупность риск-объектов, более 5 объектов на территорию.

По возможности индуцирования последовательной цепочки рисков (коэффициент k_{ind}), риск-объекты имеют градации:

- высокая возможность продуцирования самостоятельных рисков (выступать риск-источником) вследствие воздействия на него риск-фактора;
- средняя (невысокая) возможность продуцирования самостоятельных рисков (выступать риск-источником) вследствие воздействия на него риск-фактора;
- низкая возможность, риск-объект практически не может продуцировать самостоятельные риски (выступать риск-источником) воздействия на него риск-фактора.

По размеру (тяжести) ущерба и последствий реализации события (коэффициент k_d), риск-объекты имеют следующие градации:

- незначительный размер ущерба/последствий, при котором риск-объект имеет незначительные последствия воздействия риск-фактора, изменения в береговой системе не выходят за пределы обычной изменчивости, ущерб не превышает 1 млн. руб.;
- существенный размер ущерба/последствий, при котором риск-объект имеет существенные последствия воздействия риск-фактора, изменения в береговой системе превышают пределы обычной изменчивости, ущерб измеряется в пределах 1-100 млн. руб.;
- значительный размер ущерба/последствий, при котором риск-объект имеет значительные последствия воздействия риск-фактора, происходят значительные изменения в береговой системе, с нарушением отдельных ее компонентов, ущерб измеряется в пределах 100-1000 млн. руб.;

- катастрофический размер ущерба/последствий, при котором риск-объект имеет катастрофические последствия воздействия риск-фактора, происходят значительные изменения в береговой системе, с необратимыми нарушениями ее компонентов, ущерб превышает 1 млрд. руб.

Значения коэффициентов определяются для каждого элемента матриц риск-фактор – риск-источник (как степень продуцирования i-го риск-фактора со стороны j-го риск-источника) и риск-объект – риск-фактор (как степень воздействия i-го риск-фактора на k-ый риск-объект) для рассматриваемого района. При определении значений коэффициентов в приведенных градациях используется равномерная шкала на отрезке [0; 1].

Необходимо отметить, что все коэффициенты, кроме коэффициента k_c, зависят в первую очередь от природы риск-источника (для коэффициента k_m), а для риск-факторов антропогенных/технологических источников – от технологического уровня объекта, степени его модернизированности и технической безопасности, уровня квалификации персонала объекта и т.д.

Оценка рисков арктического берегового природопользования для районов Мурманской области

В качестве апробации применения изложенной методики оценки рисков арктического берегового природопользования были рассмотрены два локальных приморских территориальных образования Мурманской области:

- городское поселение Кола, как локальное муниципальное образование, входящее в состав Кольского района, и расположенное на территории слияния рек Кола и Тулома и их впадения в Кольский залив Баренцева моря;
- сельское поселение Варзуга, как локальное муниципальное образование, входящее в состав Терского района, расположенное в береговой зоне Белого моря.

Необходимо отметить, что данные территориальные образования обладают существенными несходствами по большинству физико-географических и социально-экономических параметров, что дает возможность оценить применимость методики для арктических территорий различного типа [4].

Городское поселение Кола расположено в зоне распространения вечной мерзлоты. Недалеко от города, немногим более 10 км, расположен г. Мурманск, а в 15 километрах находится посёлок городского типа Мурмаши с международным аэропортом «Мурманск». Территория муниципалитета находится в атлантико-арктической зоне умеренного климата, климат формируется близостью Баренцева моря, с сильными ветрами и осадками. При этом зима более холодная, реки Тулома и Кола и место их впадения в Кольский залив замерзают, в отличие от более широкой и открытой северной части залива. Самыми многоэтажными домами являются девятиэтажные, основная застройка города - «хрущёвки», присутствуют дома сталинской постройки, в районе железнодорожной станции «Кола» присутствуют полуразвалившиеся деревянные дома. На территории находится также ряд социально значимых учреждений. Основными отраслями экономики муниципального образования являются железнодорожные и автомобильные перевозки, передача электроэнергии, а также пищевая промышленность, бетонный завод, несколько частных

строительных компаний.

Сельское поселение Варзуга расположено на юге Мурманской области, с юга омывается Белым морем. На территории проживает менее 700 человек, разбросанных по 8 населенным пунктам и некоторому количеству отдельных домов по берегу моря. Акватория Белого моря замерзает в зимнее время, ветровая нагрузка невысокая, со значительными осадками. Экономику территории определяет экстремальный туризм, подсобное сельское хозяйство, ряд кустарных камнеобрабатывающих цехов на сувенирные цели. Линии электропередач и транспортная инфраструктура отсутствуют, единственная неасфальтированная дорога идет от Умбы до Варзуги. В отдаленные населенные пункты муниципалитета иногда можно добраться на теплоходе.

Принимая во внимание территориальные особенности рассматриваемых территориальных образований, была проведена оценка рисков арктического берегового природопользования и получены следующие основные результаты.

Для территории городского поселения Кола и прилегающей акватории внутренних вод произошло незначительное сокращение исходных матриц риск-фактор – риск-источник (до размерности 18*10) и риск-объект – риск-фактор (до размерности 10*18), за счет сокращения риск-источников и риск-объектов, отсутствующих на рассматриваемой территории. При этом число риск-факторов сократилось только на три позиции: землетрясения, абразия берегов и радиационное заражение.

Расчеты оценок риск-факторов с учетом указанных коэффициентов оценки рисков арктического берегового природопользования, отражающих территориальные классификационные признаки и видовые формы составляющих рисков, показали, что наиболее значительными являются такие риск-факторы, как:

- пожар, оценка риск-фактора 32,6 ед.;
- техногенная авария, оценка риск-фактора 31,2 ед.;
- климатические воздействия потепления, включая таяние вечной мерзлоты и повышение уровня моря, оценка риск-фактора 26,3 ед.

Иными значимыми риск-факторами, с оценкой более 20, являются факторы ветровой нагрузки, обледенения, подтопления территорий вследствие половодья, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и инфекционного/эпидемиологического заражения. Интегральная оценка риска для территориального образования составила 339,7 ед.

Для территории сельского поселения Варзуга и прилегающей акватории внутренних вод произошло существенное сокращение исходных матриц риск-фактор – риск-источник (до размерности 14*7) и риск-объект – риск-фактор (до размерности 6*14), за счет сокращения риск-источников и риск-объектов, отсутствующих на рассматриваемой территории. При этом как риск-объекты были рассмотрены урез берега, сухопутная и морская экосистемы, человек и социальные объекты инфраструктуры, а также суда вне портовых комплексов (трафик судов во внутренних водах).

Расчеты оценок риск-факторов с учетом указанных коэффициентов оценки рисков арктического берегового природопользования, отражающих территориальные классификационные признаки и видовые формы составляющих рисков, показали, что наиболее значительными являются такие риск-факторы, как:

- пожар, оценка риск-фактора 22,8 ед.;
- подтопление территорий, в т.ч. вследствие половодий, оценка

риск-фактора 20,6 ед.;
- инфекционные/эпидемиологические заболевания, оценка риск-фактора 19,8 ед.

Интегральная оценка риска для территориального образования составила 196,9 ед.

Заключение

Разработка методологии оценки рисков берегового природопользования в АЗРФ является одной из важнейших задач в вопросах обеспечения устойчивого развития этой стратегической территории Российской Федерации. Проведение таких оценок даст возможность осуществления системного анализа составляющих рисков арктического природопользования в береговых эко-социо-экономических системах, изучения взаимосвязей и воздействий природных и техногенных рисков.

Методология матричного подхода в оценке рисков основывается на их классификационных и структурных признаках, рассмотрении риска как процесса, неизбежного в арктическом береговом природопользовании, но возможного к уменьшению вероятности реализации риск-событий. Сама оценка учитывает взаимодействие составляющих риска и воздействия риск-факторов на элементы арктической береговой системы, как риск-объекты, с использованием экспертных критериальных оценок для элементов матриц составляющих риска.

Результаты оценок рисков арктического берегового природопользования получены для двух районов Мурманской области с различной территориальной организацией по большинству физико-географических и социально-экономических параметров. Так, интегральная оценка риска для городского поселения Кола оказалась в полтора раза выше, чем для сельского поселения Варзуга, с существенными различиями по структуре и взаимосвязями в последовательности риск-источник – риск-фактор – риск-объект риск. Это позволило выделить наиболее значимые риск-факторы для каждой территории, управленческое воздействие на которые с целью снижения вероятности их проявления, даст возможность снижения риска берегового природопользования.

В целом, предлагаемый матричный подход позволяет получить пространственное распределение оценок рисков, а также выявлять наиболее важные риск-факторы и оценивать возможные комбинации отдельных показателей, например, воздействие природных риск-факторов, антропогенных риск-факторов, риск-факторов морской деятельности и т.п. Благодаря этому возможно картирование арктических береговых эко-социо-экономических систем различного пространственного уровня по степени риска природопользования на территориях, в целях разработки рекомендации по принятию управленческих решений по территориальному планированию и ресурсопользованию [8, 9].

Кроме того, представляет интерес проведение ситуационных и сценарных оценок по изменению интегрального показателя риска вследствие размещения какого-либо объекта – т.е. составление прогноза изменения интегральной оценки риска и его составляющих от размещения нового объекта. При этом отметим, что в случае планирования к размещению нового уникального для данной территории объекта, это приводит к расширению матриц составляющих риска.

Список литературы:

1. Баландин Д.А., Баландин Е.Д., Пыткин А.Н. Приоритеты пространственного развития арктических территорий // Экономические отношения. 2019. Т. 9. № 3. С. 1735-1746. doi: 10.18334/eo.9.3.40926.
2. Болсуновская Ю.А., Боярко Г.Ю. Особые экологические риски в системе обеспечения экологической безопасности арктического региона РФ // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-12. С. 2725-2728.
3. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Природные и техногенные риски природопользования в береговых эко-социо-экономических системах Арктической зоны Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2021. Т. 19. № 2 (485). С. 360-383. doi: 10.24891/re.19.2.360.
4. Ершова А.А., Вицентий А.В., Гогоберидзе Г.Г., Шишаев М.Г., Ломов П.А. Морское пространственное планирование: возможности для приморских территорий и прилегающих акваторий Мурманской области // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 2. С. 269-287. doi: 10.24891/ni.14.2.269.
5. Картвелишвили В.М., Свиридова О.А. Риск-менеджмент. Методы оценки риска. М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017. 120 с.
6. Кочуров Б.И., Слипенчук М.В. Лобковский В.А., Костровска С.К. Стратегия социально-экономического развития Арктики в контексте глобальных ресурсных и технологических изменений и вызовов // Проблемы региональной экологии. 2015. № 1. С. 122-127.
7. Кузьмин С.Б. Оценка риска природопользования для субъектов Российской Федерации // Гориск. 2016. № 2. С. 30-37.
8. Кузьмин С.Б., Лопаткин Д.А. Картографирование риска природопользования в субъектах Российской Федерации // Геодезия и картография. 2020. Т. 81. № 9. С. 14-29. doi: 10.22389/0016-7126-2020-963-9-14-29.
9. Кулыгин В.В. Разработка геоинформационного ресурса рисков опасных природных явлений для морехозяйственной деятельности // Интеркарто. Интергис. 2018. Т. 24. № 1. С. 158-166. doi: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-158-166.
10. Лаженцев В.Н. Социально-экономическое пространство и территориальное развитие севера и Арктики России // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 353-365. doi: 10.17059/2018-2-2.
11. Моргунов Б.А., Терентьев А.А., Козельцев М.Л. Оценка трансграничных рисков и глобальных последствий изменений климата и экономической деятельности в бассейнах арктических морей // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 2. С. 100-108. doi: 10.31857/S2587-556620192100-108.
12. Порфирьев Б.Н., Лексин В.Н. Роль технологической модернизации в формировании социально ориентированной экономики и обеспечении устойчивого развития российской Арктики // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2017. Т. 8. № S4 (32). С. 629-639. doi: 10.18184/2079-4665.2017.8.4.629-639.
13. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий / Под общей редакцией Фалеева М.И. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 270 с.
14. Фрумин Г.Т. Техногенные системы и экологический риск. СПб.: Спецлит, 2016. 136 с.
15. Хвостова М.С. Влияние опасных природных процессов и явлений на безопасность хозяйственной деятельности в Арктической зоне РФ // Российская Арктика. 2020. № 12. С. 5-22. doi: 10.24412/2658-4255-2021-1-05-22.

References:

1. Balandin D.A., Balandin E.D., Pytkin A.N. Prioritety prostranstvennogo razvitiya arkticheskih territorij [Priorities of spatial development of the Arctic territories]. Ekonomicheskie otnosheniya [Economic relations], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 1735-1746. doi: 10.18334/eo.9.3.40926. (In Russian).
2. Bolsunovskaya Yu.A., Boyarko G.Yu. Osobye ekologicheskie riski v sisteme obespecheniya ekologicheskoj bezopasnosti arkticheskogo regiona RF [Special environmental risks in the system of ensuring environmental safety of the Arctic region of the Russian Federation]. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research], 2014, no. 9-12, pp. 2725-2728. (In Russian).
3. Gogoberidze G.G., Rumyanceva E.A., Shilin M.B. Prirodnye i tekhnogennye riski prirodopol'zovaniya v beregovyh eko-socio-ekonomicheskih sistemah Arkticheskoj zony

Rossijskoj Federacii [Natural and technogenic risks of nature management in coastal eco-socio-economic systems of the Russian Arctic]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional economy: theory and practice], 2021, vol. 19, no. 2 (485), pp. 360-383. doi: 10.24891/re.19.2.360. (In Russian).
4. Ershova A.A., Vicentij A.V., Gogoberidze G.G., Shishaev M.G., Lomov P.A. Morskoe prostranstvennoe planirovanie: vozmozhnosti dlya primorskih territorij i prilegayushchih akvatorij Murmanskoj oblasti [Marine spatial planning: opportunities for the coastal territories and adjacent water areas of the Murmansk Oblast]. Nacional'nye interesy: prioritety i bezopasnost' [National interests: priorities and security], 2018, vol. 14, no. 2. pp. 269-287. doi: 10.24891/ni.14.2.269. (In Russian).
5. Kartvelishvili V.M., Sviridova O.A. Risk-menedzhment. Metody ocenki riska [Risk management. Risk assessment methods]. Moscow, G.V. Plekhanov's REU Publ., 2017, 120 p. (In Russian).
6. Kochurov B.I., Slipenchuk M.V. Lobkovskij V.A., Kostrovska S.K. Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya Arktiki v kontekste global'nyh resursnyh i tekhnologicheskih izmenenij i vyzovov [Strategy of socio-economic development of the Arctic in the context of global resource and technological changes and challenges]. Problemy regional'noj ekologii [Problems of regional ecology], 2015, no. 1, pp. 122-127. (In Russian).
7. Kuz'min S.B. Ocenka riska prirodopol'zovaniya dlya sub"ektov Rossijskoj Federacii [Nature management risk assessment for the subjects of the Russian Federation]. Georisk [Georisk], 2016, no. 2, pp. 30-37. (In Russian).
8. Kuz'min S.B., Lopatkin D.A. Kartografirovanie riska prirodopol'zovaniya v sub"ektah Rossijskoj Federacii [Mapping the risk of nature management in the Subjects of the Russian Federation]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography], 2020, vol. 81, no. 9, pp. 14-29. doi: 10.22389/0016-7126-2020-963-9-14-29. (In Russian).
9. Kulygin V.V. Razrabotka geoinformacionnogo resursa riskov opasnyh prirodnyh yavlenij dlya morekhozyajstvennoj deyatel'nosti [Development of a geoinformation resource of risks of dangerous natural phenomena for maritime economic activity]. Interkarto. Intergis [Intercarto. Intergis], 2018, vol. 24, no. 1, pp. 158-166. doi: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-158-166. (In Russian).
10. Lazhencev V.N. Social'no-ekonomicheskoe prostranstvo i territorial'noe razvitie severa i Arktiki Rossii [Socio-economic space and territorial development of the North and the Arctic of Russia]. Ekonomika regiona [Economy of the region], 2018, vol. 14, no. 2, pp. 353-365. doi: 10.17059/2018-2-2. (In Russian).
11. Morgunov B.A., Terent'ev A.A., Kozel'cev M.L. Ocenka transgranichnyh riskov i global'nyh posledstvij izmenenij klimata i ekonomicheskoj deyatel'nosti v bassejnah arkticheskih morej [Assessment of transboundary risks and global consequences of climate change and economic activity in the Arctic seas]. Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2019, no. 2, pp. 100-108. doi: 10.31857/S2587-556620192100-108. (In Russian).
12. Porfir'ev B.N., Leksin V.N. Rol' tekhnologicheskoj modernizacii v formirovanii social'no orientirovannoj ekonomiki i obespechenii ustojchivogo razvitiya rossijskoj Arktiki [The role of technological modernization in the formation of a socially oriented economy and ensuring the sustainable development of the Russian Arctic]. MIR (Modernizaciya. Innovacii. Razvitie) [MID (Modernization. Innovations. Development)], 2017, vol. 8, no. S4 (32), pp. 629-639. doi: 10.18184/2079-4665.2017.8.4.629-639. (In Russian).
13. Upravlenie riskami tekhnogennyh katastrof i stihijnyh bedstvij [Risk management of technogenic and natural disasters]. Ed. M.I. Faleev. Moscow, GOCS Publ., 2016, 270 p. (In Russian).
14. Frumin G.T. Tekhnogennye sistemy i ekologicheskij risk [Technogenic systems and environmental risk]. St. Petersburg, Speclit Publ., 2016, 136 p. (In Russian).
15. Hvostova M.S. Vliyanie opasnyh prirodnyh processov i yavlenij na bezopasnost' hozyajstvennoj deyatel'nosti v Arkticheskoj zone RF [Influence of dangerous natural processes and phenomena on the safety of economic activity in the Russian Arctic]. Rossijskaya Arktika [Russian Arctic], 2020, no. 12, pp. 5-22. doi: 10.24412/2658-4255-2021-1-05-22. (In Russian).