

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АРКТИКЕ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНО-ИНДИКАТОРНОГО ПОДХОДА НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Румянцева Е.А., Ефименко Е.А.

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»



Российский
научный
фонд

• № 24-17-20021, <https://rscf.ru/project/24-17-20021/>



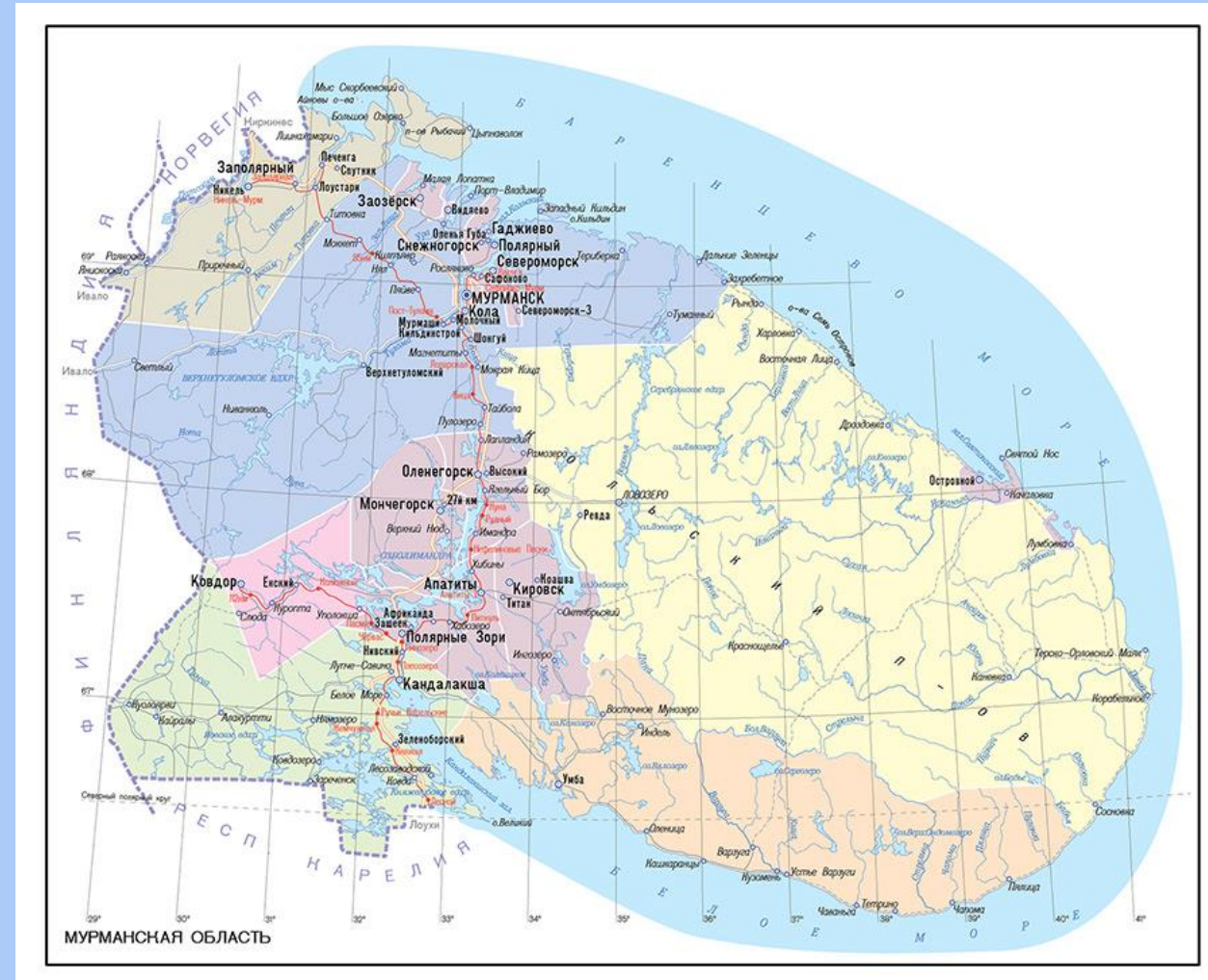
МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Мурманская область

Современная Арктика – пространство, имеющее огромное геостратегическое и геоэкономическое значение, в котором наблюдается **значительное увеличение чрезвычайных ситуаций и опасных явлений природного и техногенного происхождения.**

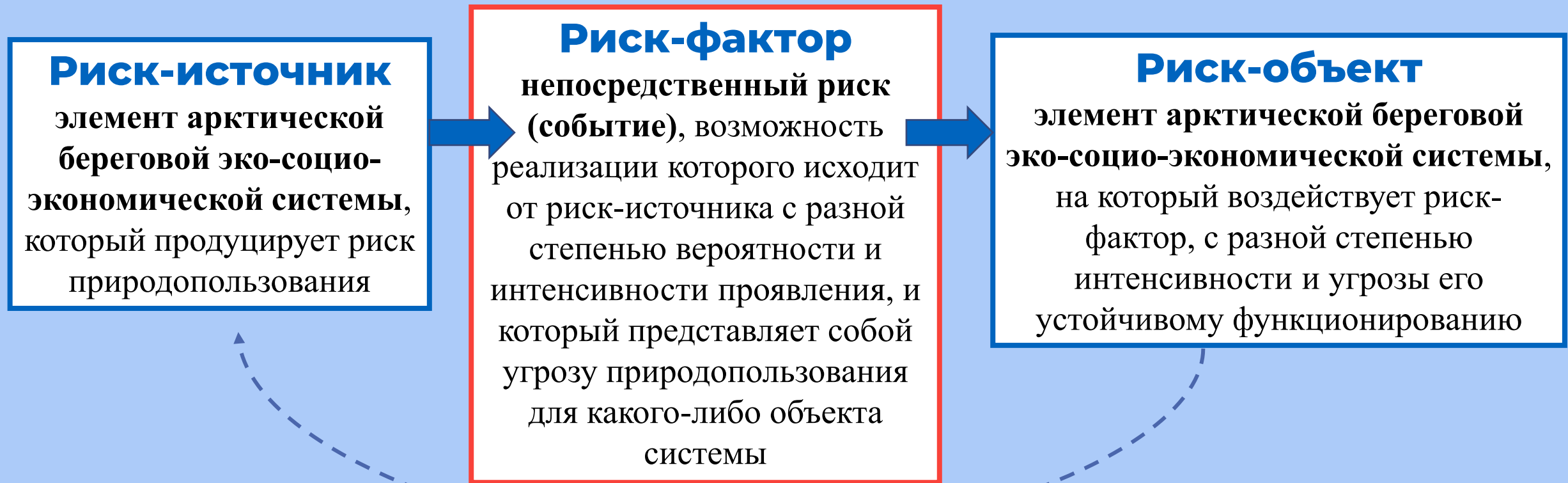
Модель экономики Мурманской области в значительной степени ориентирована на развитие морехозяйственной деятельности и эксплуатации системообразующей роли Северного морского пути (СМП). Эти особенности обуславливают специализацию формируемых акваториальных морехозяйственных комплексов (кластеров) и значительно отличают ее от внутриконтинентальных районов Севера и циркумполярных территорий.

Береговые эко-социо-экономические системы Арктики характеризуются очаговым характером хозяйственной деятельности, слабой транспортной взаимосвязью между такими районами и значительным отставанием по своевременному реагированию на проявления ЧС и ОЯ. Поэтому для развития арктических территорий очень важно предварительно оценивать природные и антропогенные риски.



Риск

представляет собой вероятность реализации процесса причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.



Матричная модель рисков



Взаимосвязи в матрицах оценивались по 5-бальной системе.

Оценка для техногенных объектов матрицы риск-объект – риск-фактор проводилась при условии воздействия на данный техногенный риск-объект как на работающий комплекс, состоящий из технических инструментов и персонала (человека) и производящий продукцию/услуги для потребностей человека.

Часть матрицы риск-фактор – риск- источник

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О		
Факторы	Источники	Геологические источники (Сдвиги платформ земной коры, геологическая пустота, в т.ч. последствия сейсмической деятельности)	Неустойчивость края берега (крутые выходы (побывав), в т.ч. оползень, овражки) объектов	Природные химические источники (глобальные, в т.ч. изменение климата, уровня моря и т.д.)	Природные гидрометеорологические источники (региональные, краткосрочные)	Природная среда (флора, фауна)	Человек (как охотник и турист и т.д. одиночный социальный элемент)	Социальные объекты инфраструктуры (жилые дома, социальные здания, военные инфраструктурные здания и т.д.)	Аквакультурные хозяйства и объекты рыболовства	Водная инфраструктура (портовый комплекс, крупные причалы и т.д.)	Водное крупное логистическое средство (морские суда)	Воздушное крупное логистическое средство (самолет, вертолет, БАС и т.д.)	Транспортная и социальная инфраструктура (аэропорт, дорога, ЛЭП, транспортное средство и т.д.)	Инфраструктура (супутная по добыче полезных ископаемых (шахта, буровая и т.д.))	Информационные ресурсы (проектная, логистическая и т.д.)
1	Землетрясение	5,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	
2	Волновая / ледовая нагрузка	0,5	3,0	2,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	Ветровая нагрузка	0,0	0,0	2,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	Аномальные (экстремальные) осадки	0,0	0,0	3,0	5,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
5	Следствие аномального низкотемпературного режима (обледенение, ледяной дождь и т.д.)	0,0	0,0	3,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6	Следствие аномального высокотемпературного режима (таиние ледяного пожара и вечной мерзлоты, повышение уровня моря и т.д.)	0,0	0,0	5,0	3,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7	Аномально низкая видимость	0,0	0,0	1,0	4,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8	Помехи в атмосфере для радиосигналов (в т.ч. солнечная активность)	0,0	0,0	2,0	4,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
9	Половодье в устьях рек / подтопление территории	0,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	
10	Абразия берега крупных водных (морских, озерных) объектов	4,0	5,0	0,0	2,5	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
11	Пожар	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	4,0	3,0	0,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0	
12	Техногенная авария	4,5	3,0	0,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	
13	Перебой подачи электроэнергии / теплоснабжения	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	1,0	3,0	0,0	
14	Выброс химического загрязняющего / отравляющего вещества в атмосферу	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	1,5	3,0	4,0	
15	Выброс химического загрязняющего / отравляющего вещества на сушу / в гидросферу	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	0,0	2,0	4,0	
16	Матрица итог														

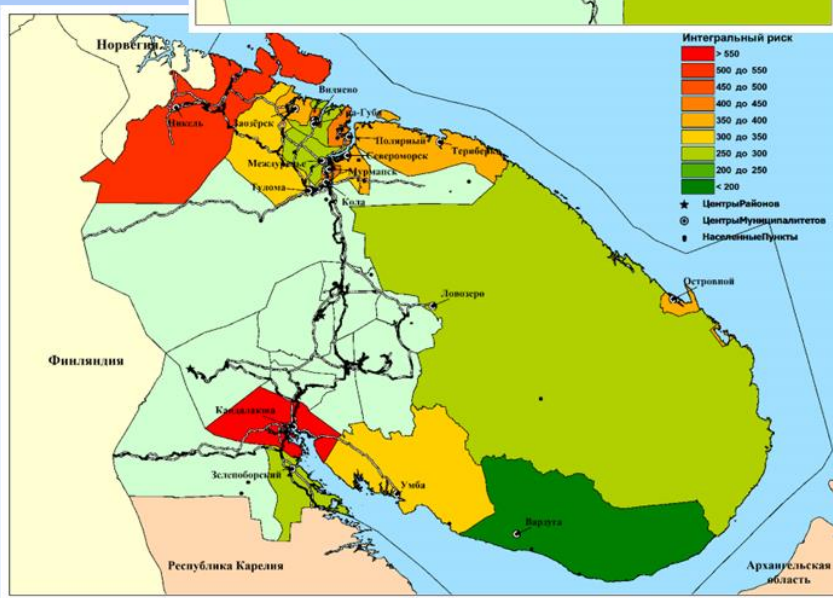
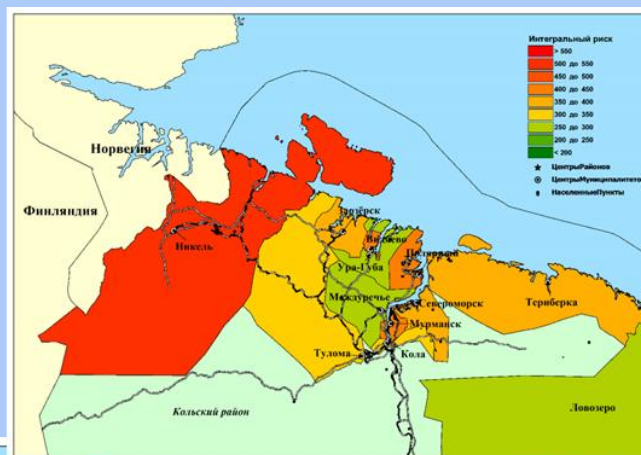
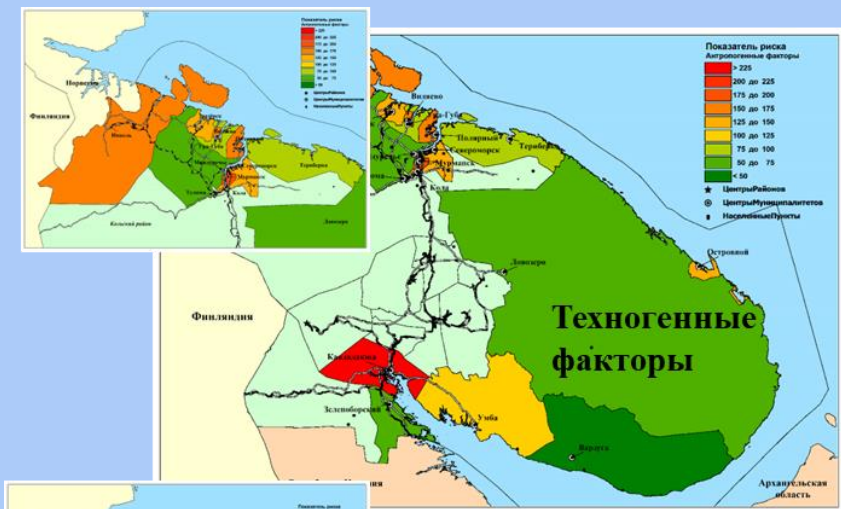
Часть матрицы риск- объект - риск-фактор

А	Б	В	С	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О		
Объекты	Факторы	Землетрясение	Волновая / ледовая нагрузка	Ветровая нагрузка	Аномальные (экстремальные) осадки	Следствие аномально низкотемпературного режима (обледенение, ледяной дождь и т.п.)	Следствие аномально высокого температурного режима (тапание ледяного покрова и вечной мерзлоты, повышение уровня моря и т.п.)	Аномально низкая видимость	Помехи в атмосфере для радиосигналов (в т.ч. солнечная активность)	Половодье в устьях рек / подтопление территории	Абразия берега крупных водных (морских, озерных) объектов	Пожар	Техногенная авария	Перебой подачи электроэнергии / теплоснабжения	Выброс химического загрязняющего / отравляющего вещества в атмосферу
		5,0	5,0	4,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	4,0	5,0	0,0	2,0	0,0	
1	Угроза берега крупных водных (морских, озерных) объектов (граница суша-море, устойчивость берега)	5,0	5,0	4,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	4,0	5,0	0,0	2,0	0,0	
2	Экосистема суши и вод суши (почва, флора и фауна, насекомые и т.д.)	4,0	0,0	4,0	5,0	5,0	3,0	0,0	0,0	5,0	2,0	5,0	4,0	0,0	
3	Экосистема крупных водных (морских, озерных) объектов (качество воды, флора и фауна и т.д.)	3,0	4,0	4,0	1,5	3,0	1,5	0,0	0,0	3,0	2,0	0,0	4,0	0,0	
4	Охраняемые природные территории (заповедники, национальные парки и т.д.)	4,0	0,0	1,5	3,0	4,0	2,0	0,0	0,0	4,0	1,0	5,0	4,0	0,0	
5	Охраняемые природные территории крупных водных (морских, озерных) объектов (как территории с особым режимом хозяйствования и защиты экосистем)	3,0	4,0	2,0	1,0	2,5	1,0	0,0	0,0	2,0	1,0	3,0	4,0	0,0	
6	Человек (как охотник, турист и т.п. одиночный социальный элемент)	3,0	0,0	3,0	1,5	3,0	0,5	1,5	2,0	1,0	0,0	5,0	4,0	2,0	
7	Социальные объекты инфраструктуры (жилые дома, социальные здания, военные инфраструктурные здания и т.д.)	5,0	0,0	1,5	1,5	3,0	5,0	0,0	0,5	4,0	3,0	5,0	4,0	3,5	
8	Аквакультурные хозяйства и рыболовство	3,0	5,0	3,0	1,0	3,0	1,5	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	3,5	2,5	
9	Водная инфраструктура (портовый комплекс, крупные причалы и т.п.)	5,0	5,0	3,0	1,0	4,0	3,0	3,5	2,0	2,0	4,0	5,0	5,0	4,0	
10	Водное крупное логистическое средство (морские суда)	0,0	5,0	5,0	0,0	4,0	0,0	5,0	3,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,0	
11	Воздушное крупное логистическое средство (самолет, вертолет, БАС и т.п.)	0,0	0,0	5,0	5,0	5,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,0	
12	Транспортная и социальная инфраструктура (аэропорт, дорога, ЛЭП, транспортное средство и т.п.)	5,0	0,0	3,0	3,0	5,0	4,0	4,0	2,5	4,0	2,0	5,0	4,0	4,0	
13	Инфраструктура (супутная по добыче полезных ископаемых (шахта, буровая и т.п.))	5,0	0,0	1,0	2,0	0,5	2,0	0,5	0,5	0,5	0,0	5,0	5,0	4,0	
14	Инфраструктура предприятия (производства, хранения, обработки, логистики/транспорта и т.п.)	5,0	0,0	2,0	3,0	4,0	0,0	0,5	3,0	2,0	5,0	5,0	5,0	4,0	
15	Гидротехнические сооружения (наводоотрастания, волногасящие сооружения, плотины и т.п.)	5,0	5,0	1,0	0,5	2,0	2,0	0,0	0,0	3,0	4,0	1,0	3,0	0,0	
16	Матрица итог														

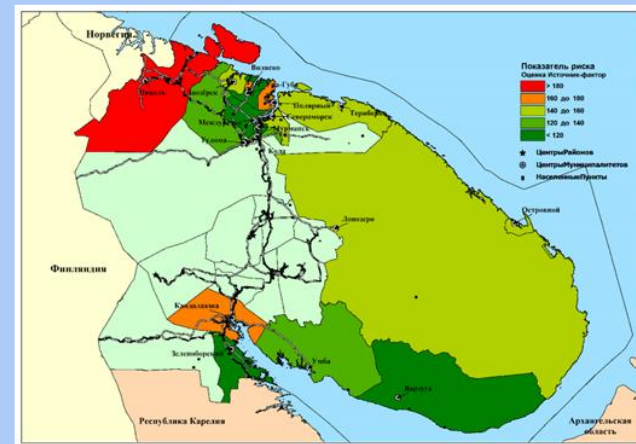
Матричный подход к оценке риска природопользования в арктической береговой эко-социо-экономической системе реализуется в виде *последовательности из трех действий*.

В качестве модельного объекта рассмотрены *приморские муниципальные образования районного уровня Мурманской области*.

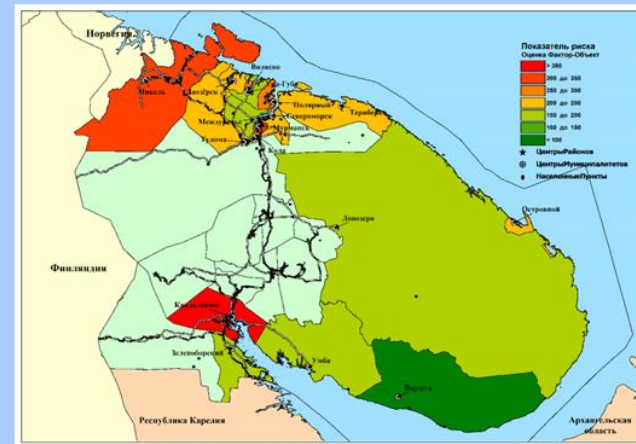
Территориальные риски арктического природопользования в АЗРФ



Интегральная оценка риска



Оценка Источник - Фактор



Оценка Фактор - Объект

Шкала оценивания последствий опасного события

Последствие, баллы	Описание последствий	Объекты воздействия опасного события
5	Катастрофические последствия	Люди, окружающая среда, экономика, органы государственного и муниципального управления, социальная среда, инфраструктура, производственные объекты, живые организмы (животные/птицы/рыбы/насекомые), экологический ущерб
4	Значительные последствия	Люди, экономика, инфраструктура, окружающая среда, социальная среда, живые организмы (животные/птицы/рыбы/насекомые), производственные объекты, экологический ущерб
3	Умеренные последствия	Люди, экономика, инфраструктура, живые организмы (животные/птицы/рыбы/насекомые), производственные процессы, нарушение экосистем
2	Небольшие последствия	Экономика, инфраструктура, отдельные производственные объекты, малые социальные группы
1	Малозначительные последствия	Социальная среда, единичные случаи воздействия на объекты, локальные объекты











Источники риска:

1. Геологические источники (сдвиги платформ земной коры, геологические пустоты, в т.ч. вследствие горной деятельности)
2. Неустойчивость уреза берега крупных водных (морских, озерных) объектов
3. Природные климатические источники (глобальные, в т.ч. изменения климата, уровня океана и т.д.)
4. Природные гидрометеорологические источники (региональные, кратко- и среднесрочные)
5. Природная среда (флора, фауна)
6. Человек (как охотник, турист и т.п. одиночный социальный элемент)
7. Социальные объекты инфраструктуры (жилые дома, социальные здания, военные инфраструктурные здания и т.д.)
8. Аквакультурные хозяйства и объекты рыбоводства
9. Водная инфраструктура (портовый комплекс, крупные причалы и т.п.)
10. Водное крупное логистическое средство (морские суда)
11. Воздушное крупное логистическое средство (самолет, вертолет, БАС и т.п.)
12. Транспортная и социальная сухопутная инфраструктура (аэропорт, дорога, ЛЭП, транспортное средство и т.п.)
13. Инфраструктура сухопутная по добыче полезных ископаемых (шахта, буровая и т.д.)
14. Инфраструктура предприятия (производства, хранения, обработки, логистики/транспорта и т.п.)
15. Гидротехнические сооружения (гидроэлектростанция, волноразрушающие сооружения, молы и т.п.)
16. Инфраструктура обеспечения жизнедеятельности, на сгораемых источниках (тепловые электростанция, теплоэнергия и т.д.)
17. Инфраструктура электрообеспечения/распределения (трансформаторы, подстанции и т.п.)
18. Электростанции альтернативной энергетики (ветровые, приливные и т.д.)
19. Атомная электростанция
20. Военные объекты/инфраструктура с атомной составляющей
21. Военные объекты/инфраструктура с топливной составляющей









Объекты риска:

1. Урез берега крупных водных (морских, озерных) объектов (граница суша-море, устойчивость берега);
2. Экосистема суши и вод суши (почва, флора и фауна, насекомые и т.д.);
3. Экосистема крупных водных (морских, озерных) объектов (качество воды, флора и фауна и т.д.);
4. Охраняемые природные территории сухопутные (как территория с особым режимом хозяйствования и защиты экосистем);
5. Охраняемые природные территории крупных водных (морских, озерных) объектов (как территория с особым режимом хозяйствования и защиты экосистем);
6. Человек (как охотник, турист и т.п. одиночный социальный элемент);
7. Социальные объекты инфраструктуры (жилые дома, социальные здания, военные инфраструктурные здания и т.д.);
8. Аквакультурные хозяйства и рыбоводство;
9. Водная инфраструктура (портовый комплекс, крупные причалы и т.п.);
10. Водное крупное логистическое средство (морские суда);
11. Воздушное крупное логистическое средство (самолет, вертолет, БАС и т.п.);
12. Транспортная и социальная сухопутная инфраструктура (аэропорт, дорога, ЛЭП, транспортное средство и т.п.);
13. Инфраструктура сухопутная по добыче полезных ископаемых (шахта, буровая и т.д.);
14. Инфраструктура предприятия (производства, хранения, обработки, логистики/транспорта и т.п.);
15. Гидротехнические сооружения (гидроэлектростанция, волноразрушающие сооружения, молы и т.п.);
16. Инфраструктура обеспечения жизнедеятельности, на сгораемых источниках (тепловые электростанция, теплоэнергия и т.д.);
17. Инфраструктура электрообеспечения/распределения (трансформаторы, подстанции и т.п.);
18. Электростанции альтернативной энергетики (ветровые, приливные и т.д.);
19. Атомная электростанция;
20. Военные объекты/инфраструктура с атомной составляющей;
21. Военные объекты/инфраструктура с топливной составляющей.

Природные гидрометеорологические факторы:

-  - Землетрясение;
-  - Волновая / ледовая нагрузка;
-  - Ветровая нагрузка;
-  - Аномальные (интенсивные) осадки;
-  - Следствия аномального низкотемпературного режима (обледенение, ледяной дождь и т.п.);
-  - Следствия аномального высокотемпературного режима (таяние ледяного покрова и вечной мерзлоты, повышение уровня моря и т.п.);
-  - Аномально низкая видимость;
-  - Помехи в атмосфере для радиосигналов (в т.ч. солнечная активность);
-  - Половодье в устьях рек / подтопление территории;
-  - Абразия берега крупных водных (морских, озерных) объектов.

Техногенные факторы:

-  - Техногенная авария;
-  - Перебой подачи электроэнергии / теплоэнергии;
-  - Выброс химического загрязняющего / отравляющего вещества в атмосферу;
-  - Выброс химического загрязняющего / отравляющего вещества на сушу / в гидросферу;
-  - Разлив нефтепродуктов на суше;
-  - Разлив нефтепродуктов на акватории;
-  - Загрязнение твердыми отходами, в т.ч. химическими, ТКО;
-  - Радиационное заражение.

Пожары и инфекционные/эпидемиологические заражения рассматриваются отдельно в связи с двойственностью их происхождения.

Интервалы значимости уровня риска

Баллы	Степень воздействия	Уровень опасности	Масштаб
0,0-4,9	низкий риск	минимальный	локальный
5,0-8,9	средний риск	умеренный	муниципальный
9,0-12,9	повышенный риск	существенный	межмуниципальный
13,0-16,9	высокий риск	серьезный	региональный
17,0-20,9	критический риск	чрезвычайный	межрегиональный
21,0-25,0	катастрофический риск	наивысший	федеральный

Результирующая оценка значимости риска представлена с помощью матрицы значимости риска, при этом его уровень рассчитывается как произведение последствий событий на его вероятность.

Оценка рисков через классификацию чрезвычайных ситуаций

На основе матриц значимости риска устанавливается масштаб риска и, основываясь на Постановлении Правительства РФ от 21.05.2007 г. № 304 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 17.05.2011 № 376, от 20.12.2019 № 1743, от 11.09.2024 №250, от 27.03.2025 № 385), переходим к монетарным оценкам рисков, значения которых отображены в таблице.

Масштаб чрезвычайной ситуации (ЧС)	Пределы зоны распространения ЧС	Число пострадавших, чел.	Уровень риска, баллы	Материальный ущерб, тыс. руб.	Силы ликвидации последствий
локальная	организация (объект)	до 10	0,0-4,9	до 376,2	организация
муниципальная	муниципальное образование	до 50	5,0-8,9	до 18 810	местное самоуправление
межмуниципальная	2 и более муниципальных образований в одном субъекте РФ	до 50	9,0-12,9	до 18 810	субъект РФ
региональная	субъект РФ	от 50 до 500	13,0-16,9	от 18 810 до 1 881 000	субъект РФ
межрегиональная	2 и более субъектов РФ	от 50 до 500	17,0-20,9	от 188 100 до 1 881 000	субъекты РФ
федеральная	более 2 субъектов РФ	более 500	21,0-25,0	более 1 881 000	субъекты РФ



Российский
научный
фонд

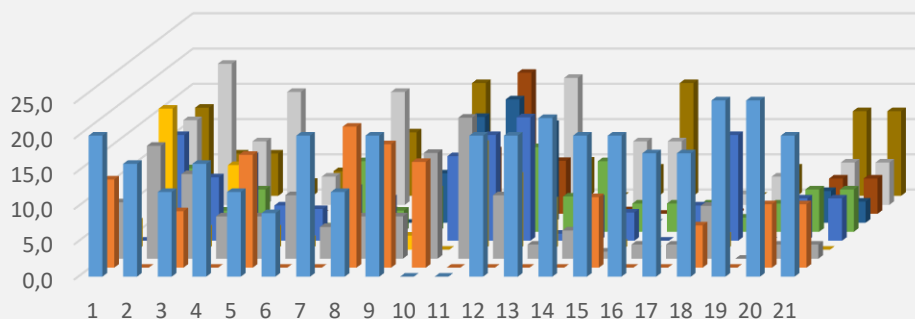
• № 24-17-20021, <https://rscf.ru/project/24-17-20021/>



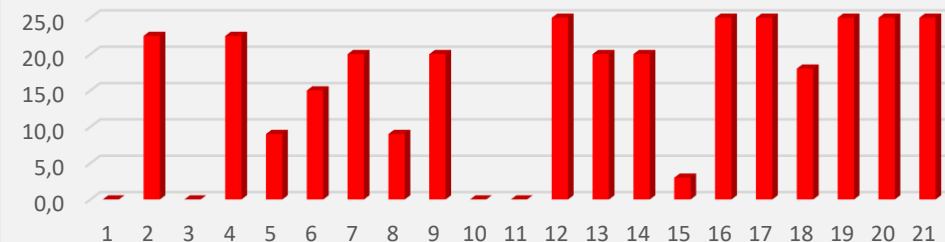
МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Оценки значимости рисков от влияния природных и техногенных факторов на объекты риска

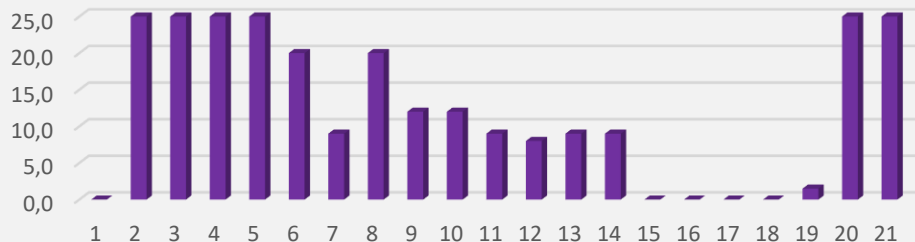
Оценки значимости рисков от воздействия природных гидрометеорологических факторов



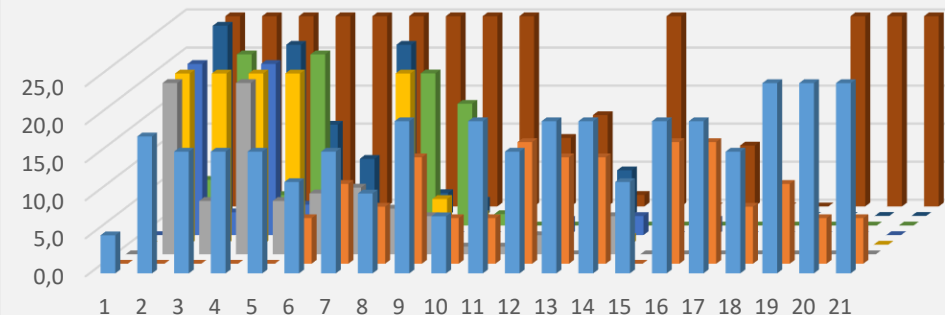
Оценки значимости рисков от воздействия пожаров



Оценки значимости рисков от воздействия инфекционного/ эпидемиологического заражения



Оценки значимости рисков от воздействия техногенных факторов



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Российский
научный
фонд

- № 24-17-20021, <https://rscf.ru/project/24-17-20021/>



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ