

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/>



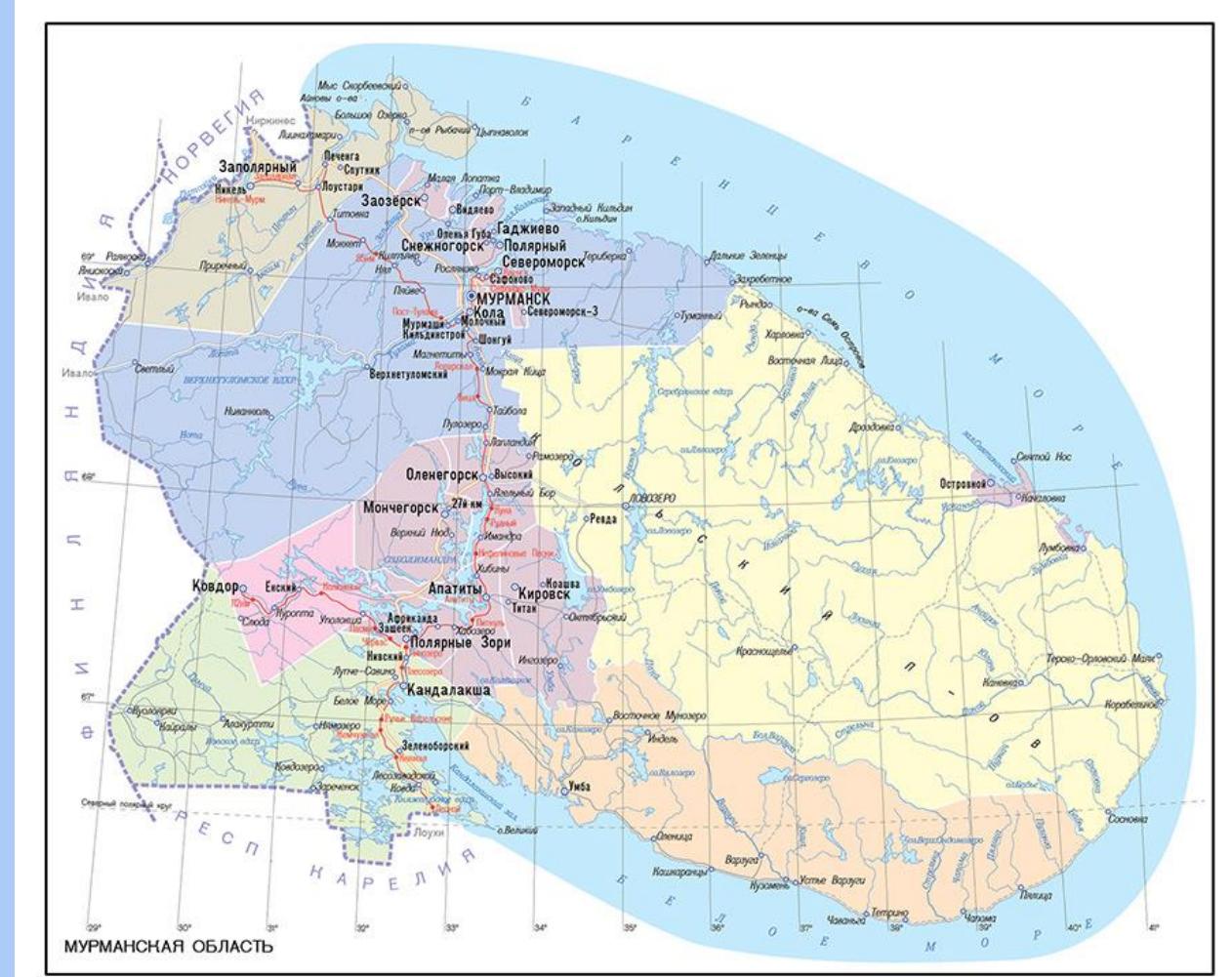
МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

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 (клusterов) 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.

Риск-источник

элемент арктической береговой эко-социо-экономической системы, который продуцирует риск природопользования

Риск-фактор

непосредственный риск (событие), возможность реализации которого исходит от риск-источника с разной степенью вероятности и интенсивности проявления, и который представляет собой угрозу природопользования для какого-либо объекта системы

Риск-объект

элемент арктической береговой эко-социо-экономической системы, на который воздействует риск-фактор, с разной степенью интенсивности и угрозы его устойчивому функционированию



Российский научный фонд

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



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Матричная модель рисков

Риск-источник

21 элементов

Риск-фактор

20 элемент

Риск-объект

21 элементов

**Матрица
фактор риска - источник риска**
 $(20 * 21)$

отражает степень продуцирования риск-фактора
от воздействия каждого из риск-источников

**Матрица
объект риска - фактор риска**
 $(21 * 20)$

отражает степень возможного воздействия
каждого риск-фактора на нормальное
эффективное функционирование риск-объектов

Взаимосвязи в матрицах оценивались по 5-балльной 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.



Российский
научный
фонд

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



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Часть матрицы риск-фактор – риск-источник

Факторы	Источники	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Землетрясение	Геологические источники (задвижки платформ (земные коры), газо- и нефтяные пустоты, в т.ч. вследствие горной деятельности)	5,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	
Волна в / недровая нагрузка	Нестабильность уровня берега крупных водных объектов (морских, озерных)	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	0,0	
Ветровая нагрузка	Природные гидрометеорологические изменения (воздух, в т.ч. кратко- и среднекратные)	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	0,0	
Аномальные (интенсивные) осадки (обводнение, ледяной донец и т.д.)	Природная гидрометеорологическая изменчивость (морские, озерные)	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	0,0	
Следствия аномального высокометеорологического режима (таяние ледяного покрова и вечной мерзлоты, повышение уровня моря и т.д.)	Человек (важные социальные элементы)	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	0,0	
Аномальная избыточная влагомасса	Ландшафтные объекты (морские, озерные)	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	0,0	
Потоки в атмосфере для радионуклидов (в т.ч. солнечная активность)	Водоросли / морские, озерные	0,0	0,0	2,0	4,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
Поплавье в узлах рек / подтопление территории	Водоросли / морские, озерные	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	1,0	
Абрация берега крупных водных (морских, озерных) объектов	Лесные насаждения (морские, озерные)	4,0	5,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
Пожар	Лесные насаждения (морские, озерные)	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	3,0	
Техногенная авария	Лесные насаждения (морские, озерные)	4,5	3,0	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Перебой подачи электроэнергии / теплоснабжения	Лесные насаждения (морские, озерные)	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	0,0	
Выброс химического загрязнителя / отравляющего вещества в атмосферу	Лесные насаждения (морские, озерные)	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	1,5	3,0	4,0	4,0	4,0	
Выброс химического загрязнителя / отравляющего вещества на суши / гидрофор	Лесные насаждения (морские, озерные)	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	3,0	2,0	0,0	2,0	4,0	4,0	

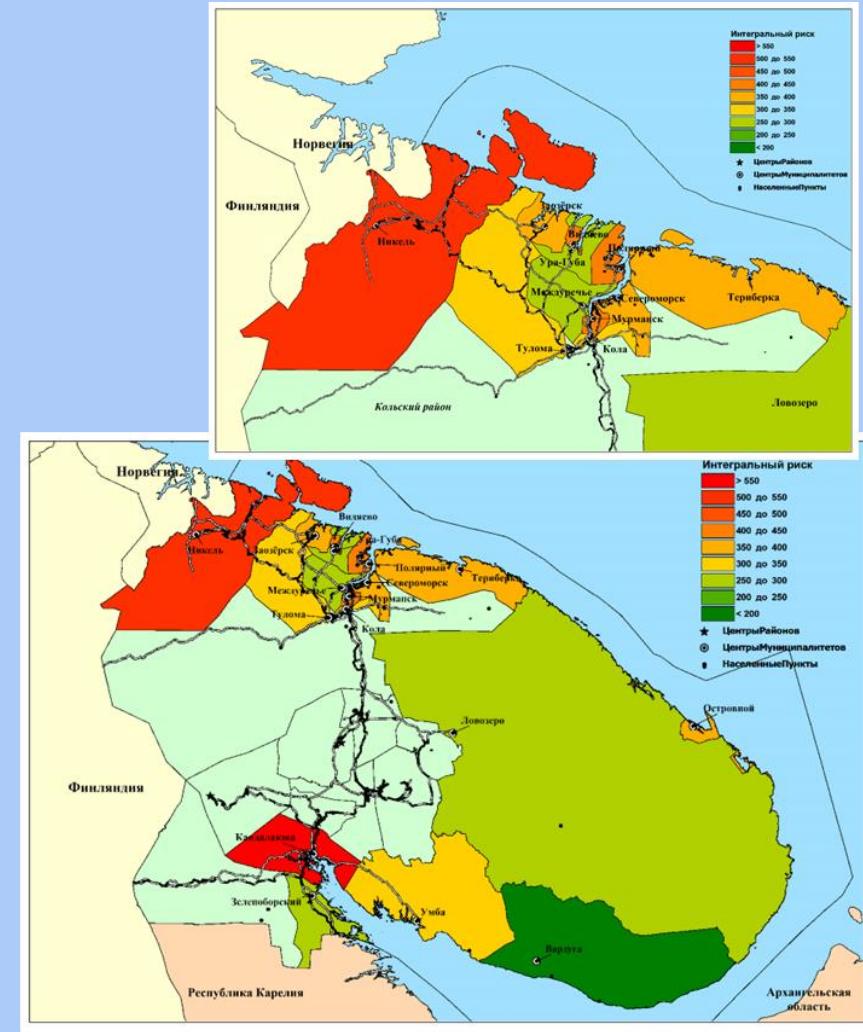
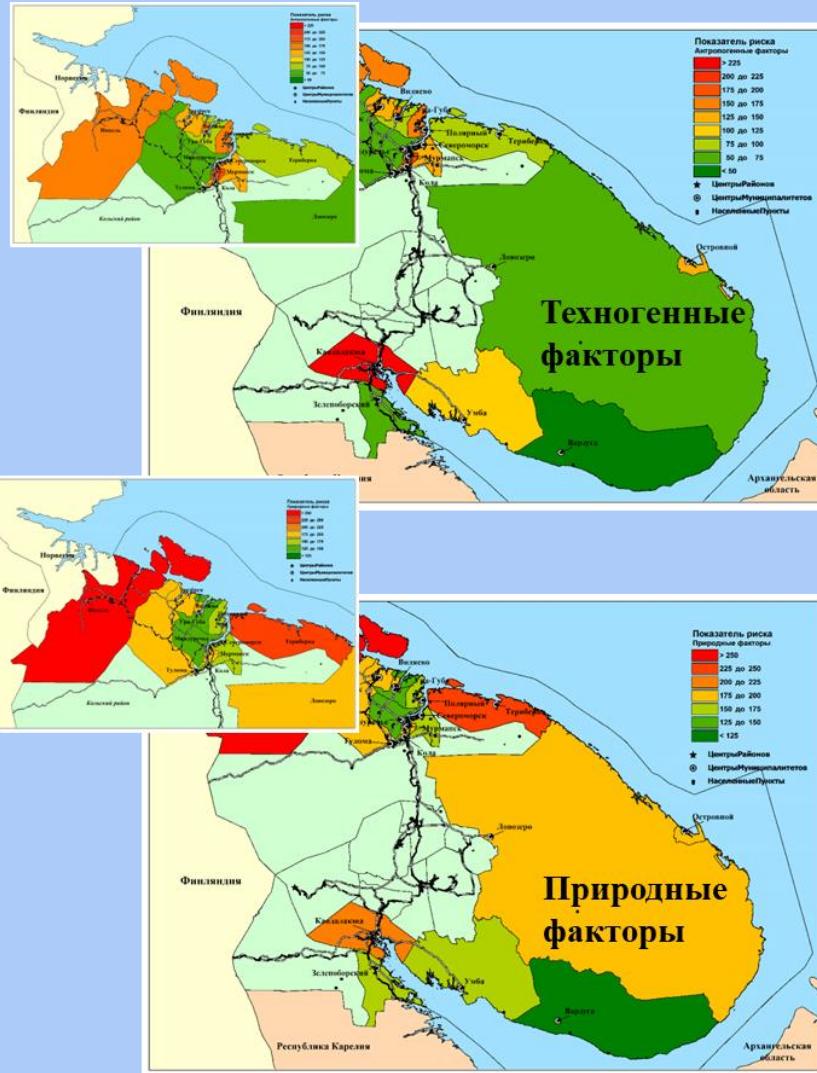
Часть матрицы риск-объект - риск-фактор

Объекты	Факторы	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Х
Уровень берега крупных водных (морских, озерных) объектов (границы суши-моря, устойчивость берега)	Землетрясение	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	2,0	0,0
Экосистема крупных водных (морских, озерных) объектов (качество воды, флора и фауна, насекомые и т.д.)	Волна в / ледовая нагрузка	4,0	0,0	4,0	5,0	3,0	0,0	0,0	5,0	2,0	5,0	2,0	5,0	4,0	4,0	0,0
Социальные объекты инфраструктуры (жилые дома, социальные здания, военные инфраструктурные здания и т.д.)	Ветровая нагрузка	3,0	4,0	4,0	1,5	3,0	1,5	0,0	0,0	3,0	2,0	0,0	1,0	5,0	4,0	0,0
Акустокультурные комплексы и объекты (морские, озерные)	Аномальная аномальность магнитотемпературного режима (также медленного поворота и вечной мерзлоты, почвенных явлений 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	4,0	0,0	
Следствия аномальной аномальности магнитотемпературного режима (также медленного поворота и вечной мерзлоты, почвенных явлений и т.д.)	Аномально низкая видимость	3,0	4,0	2,0	1,0	2,5	1,0	0,0	0,0	2,0	1,0	3,0	4,0	4,0	0,0	
Потоки в атмосфере для радионуклидов (в т.ч. солнечная активность)	Поводыре в узлах рек / подтопление территории	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	2,0	
Ледяной донец	Абразия берега крупных водных (морских, озерных) объектов	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	3,5	
Лесные насаждения (морские, озерные)	Пожар	5,0	5,0	3,0	1,0	3,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	4,0	5,0	5,0	4,0	
Лесные насаждения (морские, озерные)	Техногенная авария	4,5	3,0	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Лесные насаждения (морские, озерные)	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	0,0	
Лесные насаждения (морские, озерные)	Выброс химического загрязнителя / отравляющего вещества в атмосферу	1,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	1,5	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Лесные насаждения (морские, озерные)	Выброс химического загрязнителя / отравляющего вещества на суши / гидрофор	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	3,0	2,0	0,0	2,0	4,0	5,0	5,0	

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



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, производственный 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), производственный 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



Российский
научный
фонд

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



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

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 электростанции, 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 суши-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 электростанции, 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;
- Абрация 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 суще;
- 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.



Российский
научный
фонд

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



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

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 отражены 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 образования 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

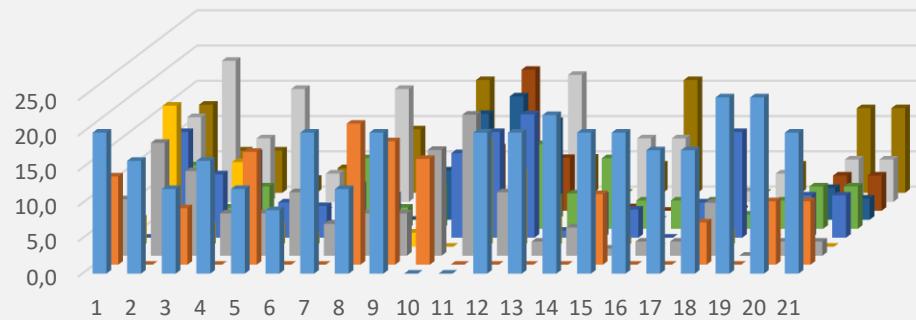
- № 24-17-20021, <https://rscf.ru/project/24-17-20021/>



МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

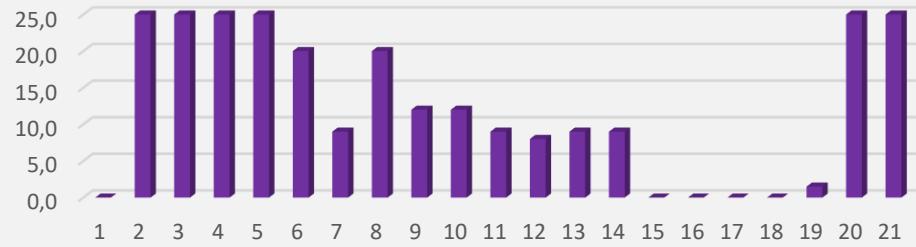
Оценки значимости рисков от воздействия природных гидрометеорологических факторов



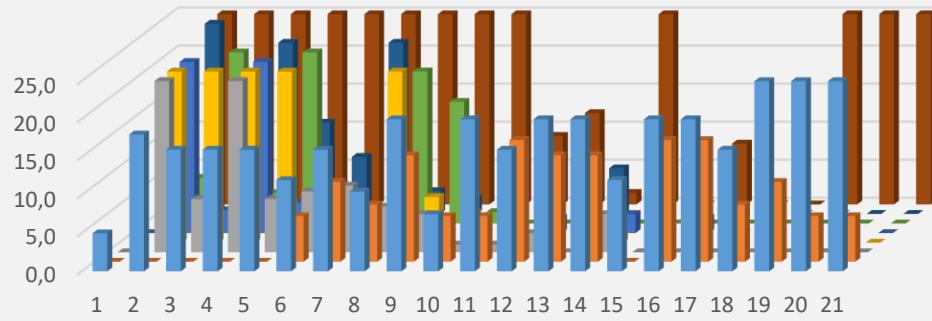
Оценки значимости рисков от воздействия пожаров



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