

# Геоинформационная поддержка принятия решений при управлении природными рисками

В. М. Абрамов, Е. П. Истомин,  
В. Г. Бурлов, А. А. Фокичева  
Российский государственный  
гидрометеорологический университет  
val.abramov@mail.ru

Н. Н. Попов  
Научно-инженерный центр  
электротехнического университета  
nnpopow@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены инновационные технологии в области геоинформационного менеджмента в задачах поддержки принятия решений при управлении природными рисками.

**Ключевые слова:** поддержка принятия решения; геоинформационный менеджмент; природные риски

## I. ВВЕДЕНИЕ

В ходе планирования и выполнения крупных проектов, например, в области природопользования, как на суше, так и на море [9] или в прибрежных зонах [8], важным аспектом является управление природными рисками с использованием инструментов геоинформационной поддержки принятия решений на основании базовых принципов геоинформационного менеджмента сложных территориально распределенных систем [12]–[16]. Если проекты выполняются в арктических и субарктических регионах [7], [18], то в составе природных рисков необходимо учитывать изменения климата, обусловленные, в том числе, влиянием черного углерода [1], [4], [5], затаком в Северный Ледовитый океан тихоокеанских и атлантических вод [2], [6], стоком арктических рек [3].

Целью исследований является разработка инновационных технологий разработки инструментов геоинформационной поддержки в задачах управления природными рисками в условиях изменения климата с использованием мягких вычислений, сетевых технологий сбора, архивации, обработки и диссеминации информации.

## II. МЕТОДОЛОГИЯ

В ходе исследований использованы: теория принятия решений в условиях неопределенности, основные положения риск-менеджмента, методы конструирования баз данных (БД) [19], статистические методы обработки информации, метод математического моделирования, включая статистическое моделирование, а также индикаторные оценки [10], [11]. Учтены основные положения интегрированного менеджмента водных ресурсов [3], управления качеством воздуха [1], [4], [5]. Принято во внимание, что часть факторов природных рисков обусловлена точечными объектами, например, айсбергами [17], движущимися по сложным, случайным траекториям. При этом сами объекты, подвергаясь природным рискам, могут иметь раз-

личную пространственную структуру (площадную, линейную, точечную, комбинированную) Часть данных, используемых в рамках геоинформационного менеджмента, относится к нечетким множествам, результатам мягких измерений, поэтому обработка таких данных должна выполняться методами мягких вычислений и измерений.

## III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований авторами выдвинуто предложение, чтобы управление природными рисками осуществлялось в рамках управления крупными проектами в целом. На рис. 1 представлена структурная схема полезной модели "Информационно-аналитическая система поддержки принятия решений в области устойчивого развития морского планирования в арктической зоне Российской Федерации с учетом различных масштабов изменения климата", запатентованная в соответствии с российским законодательством (патент Иск. No: RU 135162 U1, 2013). Данная полезная модель сочетает инвестиционные цели социально-экономического проекта с необходимостью адекватного учета природных рисков, в том числе климатических.

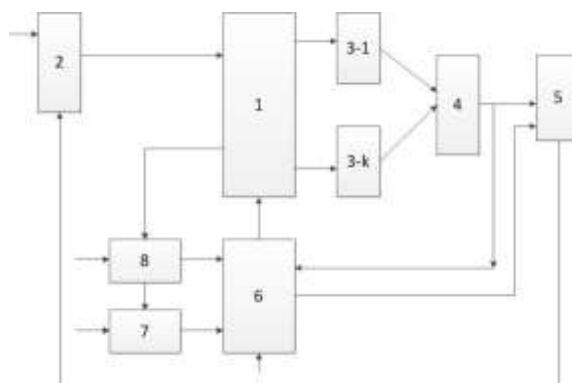


Рис. 1. Блок-схема полезной модели "Информационно-аналитическая система для поддержки принятия решений в области устойчивого развития морского планирования в арктической зоне Российской Федерации с учетом разномасштабных изменений климата" (пояснения в тексте ниже)

На рис. 1 показаны следующие блоки: 1 – блок распределения ресурсов; 2 – блок формирования ресурсов; 3 – блок формирования частных доходов; 4 – блок формиро-

вания совокупного дохода; 5 – блок формирования инвестиционной доли ресурсов; 6 – формируя блок сравнения с допустимым уровнем риска; 7 – блок формирования изменяющегося во времени набора природных рисков (в том числе климатическими рисками), характерных для арктической зоны Российской Федерации; 8 – блок формирования экологического мониторинга, характерного для обеспечения устойчивого развития в морском планировании в арктической зоне Российской Федерации с учетом разно-масштабных изменений климата.

На рис. 2 представлена карта с оценками морского экономического потенциала (МЭП) [10] Арктической зоны России с использованием индикаторного метода и ГИС-технологий [10, 11].

По нашим оценкам, сейчас российские арктические прибрежные регионы можно разделить на 2 группы:

– регионы со стабильной экономической ситуации (Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха (Якутия) и Чукотский автономный округ, значения МЭП в диапазоне от 0 до 0,5);

– регионы с нестабильной экономической ситуацией (Мурманская область, Республика Карелия и Архангельская область, значения МЭП находятся в пределах от –0,5 до 0).

В результате выполненных исследований предложено использовать геоинформационную поддержку решений при управлении айсберговыми рисками в российских арктических морях, в первую очередь, в Баренцевом море [16], основанную на широком использовании геоинформационных систем (ГИС). Использование ГИС позволяет значительно расширить возможности визуализации пространственно-распределенных объектов различной природы на единой картографической основе. Например, на рис. 3, выполненном с использованием ГИС, показан эпизод атаки группы из пяти айсбергов на акваторию Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ), являющейся внутренней, наиболее близкой зоной безопасности для добычных сооружений ШГКМ.



Рис. 2. Карта морского экономического потенциала арктических прибрежных регионов России по состоянию на 2011 год



Рис. 3. Айсберговая атака на ШГКМ в апреле 1987 года (обозначения в тексте ниже)

Эпизод, произошедший в апреле 1987 года, был обнаружен в. М. Абрамовым в ходе кластерного анализа. Точки показывают положение айсбергов от вторжения группы 8 апреля 1987 года, а треугольники указывают их положение в следующем эпизоде наблюдений 10 апреля. Знаки в виде квадратов и полигонов отображают айсберги, которые не входят в группу вторжения. Очевидная преемственность между эпизодами 8 и 10 апреля 1987 года позволяет говорить о кинематической связи между айсбергами в этих эпизодах. Фронт атаки совпадает с шириной полосы шельфа Новой Земли, ограниченной 200-метровыми изобатами, как показано на рис. 3. Во время вторжения айсберги движутся синхронно, сохраняя позиционные отношения. На рис. 3 также приведены положения перспективных нефтегазовых месторождений, описание которых в данной статье не приводится.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геоинформационная поддержка принятия решений при управлении природными рисками является важной составляющей затрат при осуществлении крупных проектов в различных регионах России. Часть данных, используемых в рамках геоинформационного менеджмента, относится к нечетким множествам, результатам мягких измерений, поэтому обработка таких данных должна выполняться методами мягких вычислений и измерений. В статье представлены результаты успешных исследований последних лет в Институте Арктики и Субарктики Российского государственного гидрометеорологического университета (ИАС РГГМУ). Результаты исследований обладают существенной новизной. Их целесообразно использовать при проведении крупных инфраструктурных проектов, включая Арктическую зону Российской Федерации.

## V. ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

В качестве инструмента научной коммуникации в ходе выполнения исследований использована платформа [https://www.researchgate.net/profile/Valery\\_Abramov2](https://www.researchgate.net/profile/Valery_Abramov2).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Abramov V.M., Gogoberidze G.G., Popov N.N., Isaev A.V., Berboushi S.V. Method of assessment for black carbon random fields within Russia for climate risk management in the Arctic / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015
- [2] Abramov, V.M., Gogoberidze, G.G., Karlin, L.N., Alexandrova, L.V., Popov, N.N. Water exchange between the Pacific and the Bering sea with impact on climate change in the arctic and subarctic / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015
- [3] Abramov V.M., Karlin L.N., Gogoberidze G.G., Golosovskaya V.A. On route to Integrated Water Resources Management for Russian arctic and subarctic rivers / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [4] Abramov, V.M., Gogoberidze, G.G., Karlin, L.N., Lednova, J.A., Popov, N.N. Clean technologies development strategy for the national black carbon controlling system in the Russian Arctic / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [5] Abramov, V.M., Gogoberidze, G.G., Karlin, L.N., Lednova J.A., Malakhova, J.A., Berboushi, S.V. Variability of particulate matter in saint-petersburg megacity air within climatic time scale / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [6] Abramov, V.M., Gogoberidze, G.G., Karlin, L.N., Alexandrova, L.V., Bournashov, A.V. On atlantic water inflow to arctic ocean: Unique Argo buoy trip across Atlantic and Barents sea / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [7] Gogoberidze G., Abramov V.M., Rumyantseva E., Rodin N., Vladimirova G. Priorities and challenges of the state policy of the Russian federation in the arctic science / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017.
- [8] Gogoberidze, G., Abramov, V., Ershova, A., Popov, N., Lednova, J. The concept and methodology of integrated assessment of coastal systems and coastal infrastructure sustainability / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017.
- [9] Gogoberidze, G., Abramov, V.M., Lednova, J., Karlin, L.N., Isaev, A., haimina, O. Main results of summer oceanographic surveys in the eastern Gulf of Finland in the framework of the Topcons project / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [10] Gogoberidze G.G., Karlin L.N., Abramov V.M., Lednova J.A., Malakhova J.A. Marine economic potential assessment for environmental management in the Russian Arctic and subarctic coastal regions / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [11] Gogoberidze, G., Karlin, L., Abramov, V., Lednova, J. Indicator method of estimation of human impact assessment for coastal local municipalities / 2014 IEEE/OES Baltic International Symposium. 2014.
- [12] Istomin E.P., Abramov V.M., Burlov V.G., Sokolov A.G., Popov N.N. Development of technology for environmental safety control based on geo-information systems / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017.
- [13] Istomin E.P., Abramov V.M., Burlov V.G., Sokolov A.G., Fokicheva A.A., Abramov, V.M., Gogoberidze, G.G., Karlin, L.N., Alexandrova, L.V., Bournashov, A.V. New approach to the assessment of geohazard in the management of the territories / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017.
- [14] Istomin E.P., Abramov V.M., Sokolov A.G., Burlov V.G., Slesareva L.S. Knowledge database in geoinformation management of the territory development / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017.
- [15] Istomin E. P., Sokolov A. G., Abramov V. M., Gogoberidze G.G., Popov N.N. Geoinformation management as a modern approach to the management of spatially-distributed systems and territories / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015.
- [16] Istomin E. P., Sokolov A. G., Abramov V. M., Gogoberidze G.G., Fokicheva A.A. Methods for external factors assessing within geoinformation management of territories / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015.
- [17] Karlin, L.N., Abramov, V.M., Ovsyannikov, A.A. The temporal structure of the iceberg hazard in the central part of the Barents Sea // Oceanology. 2009.
- [18] Lednova, J., Gogoberidze, G., Abramov, V.M., Karlin, L.N., Berboushi, S., Concept of environmental monitoring in the Russian arctic coastal regions / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2014.
- [19] Shilin M.B., Abramov V.M., Popov N.N. Ecological information system model within geo-information management while choosing acceptable routes for marine pipelines / Proceedings of 2018 21st IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2018.