

Модель экологической информационной системы в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов

В. М. Абрамов, М. Б. Шилин

Российский государственный гидрометеорологический университет
val.abramov@mail.ru

Н. Н. Попов

Научно-инженерный центр электротехнического университета
nnpopow@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена инновационная модель экологической информационной системы в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов.

Ключевые слова: экологическая информационная система; морской трубопровод; геоинформационный менеджмент

I. ВВЕДЕНИЕ

Планирование прокладки морских газопроводов относится к категории крупных проектов в области природопользования, важным аспектом которых является управление природными рисками, как на суше, так и на море [10] и в прибрежных зонах [9], с использованием инструментов геоинформационной поддержки принятия решений на основании базовых принципов геоинформационного менеджмента сложных территориально распределенных систем [13–17]. Если проекты выполняются в арктических и субарктических регионах [8, 20], то в составе природных рисков необходимо учитывать изменения климата, обусловленные, в том числе, влиянием черного углерода [1, 4, 5], затоком в Северный Ледовитый океан тихоокеанских и атлантических вод [2, 6], стоком арктических рек [3]. Особое значение приобретают оценки воздействия со стороны планируемых к прокладке морских трубопроводов и сопутствующих процессов на экосистемы [7, 21, 22].

Целью исследований является разработка модели экологической информационной системы в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов. Область исследований относится сфере 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 исследования использовались методы проектирования баз данных (БД), статистические методы обработки информации, теория принятия решений в условиях неопределенности, основные положения риск-менеджмента, метод математического моделирования, включая статистическое моделирование, а также индикаторные оценки [11, 12]. Учтены основные положения интегрированного управления водными ресурсами [3], управления качеством воздуха [1, 4, 5]. При этом учитывается, что некоторые факторы природных рисков обусловлены точечными объектами [13, 19], движущимися по сложным, случайным траекториям. При этом сами объекты, подверженные природным рискам, могут иметь различную пространственную структуру (площадную, линейную, точечную, комбинированную).

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве основы для модели экологической информационной системы (ЭИС) в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов предложена полезная модель «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. №: RU 135162 U1, 2013) [13]. Данная модель позволяет учитывать инвестиционные цели социально-экономического проекта и необходимый учет природных рисков, в том числе воздействие планируемых морских трубопроводов на окружающие экосистемы. Блок-схема модели представлена на рисунке. Разработанная модель экологической информационной системы в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов применена при выборе приемлемого маршрута морского газового трубопровода «Северный поток-2» (СП-2).

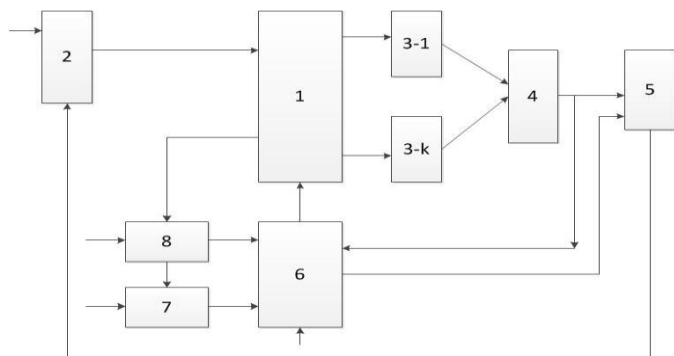


Рис. 1. Блок-схема модели экологической информационной для выбора приемлемых маршрутов морских трубопроводов (пояснения в тексте ниже)

На рис. 1 показаны следующие блоки: 1 – блок распределения ресурсов; 2 – блок формирования ресурсов; 3 – блок формирования частных доходов; 4 – блок формирования совокупного дохода; 5 – блок формирования инвестиционной доли ресурсов; 6 – формируя блок сравнения с допустимым уровнем риска; 7 – блок формирования набора природных рисков, характерных для зоны планируемого морского трубопровода; 8 – блок формирования экологического мониторинга, предусмотренного проектом.

Часть данных, используемых в разработанной в модели ЭИС, относится к нечетким множествам, результатам мягких измерений, поэтому обработка таких данных в модели ЭИС выполняется методами мягких вычислений и измерений. Разработанная модель ЭИС позволяет сопоставлять для альтернативных морских и сухопутных участков планируемого морского трубопровода заданные характеристики, например,

- фоновые геологические и геоморфологические характеристики;
- климатические особенности и состояние атмосферного воздуха;
- условия гидросферы, состояние и степень загрязненности поверхностных водных объектов;
- водная биота;
- флора и растительность наземных участков;
- герпето-, орнито- и териофауна наземных участков;
- орнитофауна морских участков и характеристики популяций морских млекопитающих;
- социально-экономические условия.

ЭИС также позволяет оценить и сопоставить вероятное воздействие на:

- геологическую среду, условия землепользования, почву и донные отложения;
- атмосферный воздух;
- основные физические поля;

- абиотическую водную среду;
- морскую водную биоту (включая гидробионтов низших трофических уровней, ихтиофауну и морских млекопитающих);
- биоту наземных экосистем;
- орнитофауну морских участков;
- особо охраняемые природные территории и их биоразнообразие;
- социально-экономические условия.

Модель ЭИС позволяет выполнить для альтернативных вариантов трассы прогнозы трансграничных воздействий, а также выполнить детальную количественную оценку риска возникновения и последствий аварийных ситуаций. При этом для сравнимых вариантов трассы модель ЭИС позволяет сопоставлять эффективность возможных мероприятий по минимизации их воздействия на компоненты окружающей среды, включая и наиболее уязвимые реципиенты.

В ходе выбора приемлемых маршрутов для СП-2 выполнена сравнительная оценка экологических показателей для набора альтернативных маршрутов СП-2. Для изучения планируемого антропогенного воздействия рассматривался комплекс биотических и абиотических параметров экосистем, выделенных на основе системного анализа в зонах влияния (ЗВ). В наземной части ЗВ выделяются водоохранные зоны и береговые защитные полосы водных объектов, особо охраняемые природные территории, объекты культурного наследия, инфраструктуру населенных пунктов и наземные транспортные маршруты. В морской части ЗВ выделяются судоходные маршруты, якорные стоянки, зоны опасного судоходства и ограниченного доступа за счет деятельности ВМФ, зоны пересечения с существующей морской инфраструктурой (кабели и трубопроводы), рыбопромысловые районы, зоны опасных экзогенных геологических процессов и гидрологических явлений (дегазация газонасыщенных месторождений, ледовая вспашка дна, эрозионная активность донных течений, склонов и прибрежных процессов). Рассмотрены экологические риски для альтернативных вариантов российского участка СП-2 как в штатном режиме, так и при возможных авариях. Также проведена оценка адекватности и эффективности разработанной системы сравнительной оценки маршрутов и сделаны выводы о выборе рекомендуемого варианта российского участка СП-2. Отдельно выполнены оценки обоснованности и надежности результатов исследований экологических рисков в штатном режиме и при потенциальных авариях.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель экологической информационной системы в рамках геоинформационного менеджмента при выборе приемлемых маршрутов морских трубопроводов позволяет учитывать инвестиционные цели социально-

экономического проекта и необходимый учет природных рисков, в том воздействие планируемых морских трубопроводов на окружающие экосистемы. Часть данных, используемых в разработанной в модели ЭИС, относится к нечетким множествам, результатам мягких измерений, поэтому обработка таких данных в модели ЭИС выполняется методами мягких вычислений и измерений.

V. ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

В качестве инструмента научной коммуникации в ходе выполнения исследований использована платформа 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] Chusov, A., Lednova, J., Shilin, M. Ecological assessment of dredging in the Eastern Gulf of Finland / Ocean: Past, Present and Future - 2012 IEEE/OES Baltic International Symposium, BALTIC 2012.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Istomin E.P., Abramov V.M., Burlov V.G., Fokicheva A.A., Popov N.N. Geo-information support for decision-making while natural risk management / Proceedings of 2018 21st IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2018.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] Lednova, J., Chusov, A., Shilin, M. Eco-monitoring of dredging in the Gulf of Finland / Proceedings of the 10th Global Congress on ICM: Lessons Learned to Address New Challenges, EMECS 2013 - MEDCOAST 2013 Joint Conference.
- [22] Shilin, M., Chusov, A., Lednova, J., Kouzov, S. Variety and vulnerability of waterbird community in the eastern part of the Gulf of Finland in the zone of «nordstream» marine gas pipeline / Measuring and Modeling of Multi-Scale Interactions in the Marine Environment - IEEE/OES Baltic International Symposium 2014, BALTIC 2014.