

УДК 004.9

DOI: 10.12737/17152

Р.А. Алешко, Н.М. Батраков, А.Т. Гурьев,
Т.В. Карлова, С.А. Шептунов, К.В. Шошина

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ АРКТИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Представлена арктическая экологическая система как сложная гетерогенная среда, описаны подходы к ее мониторингу и управлению.

Ключевые слова: биологические индикаторы, арктические экологические системы, интегра-

ция данных, метасистема, беспилотные летательные аппараты, спутниковая съемка, интеллектуальные алгоритмы, тематическое дешифрирование.

R.A. Aleshko, N.M. Batrakov, A.T. Guriev, T.V. Karlova, S.A. Sheptunov, K.V. Shoshina

CURRENT APPROACHES TO RESEARCH OF ARCTIC ECOLOGICAL SYSTEMS

The solution of the fundamental problem which is directed to the development of the system for the complex control of arctic territories is offered. Basic approaches to their research are described. It is established that the actualization of the Arctic information is a basis of decision making for the effective monitoring territories, restoration of bio-productivity and bio-variety. Basic problems in the control of the arctic territory meta-system are revealed. The analysis of the

В Стратегии развития Арктической зоны РФ указано на слабое технологическое, техническое, методическое, организационное, информационное обеспечение, применяемое при изучении и использовании арктических пространств и ресурсов. Арктические экологические системы, во многом определяющие климат на Земле, сами являются неустойчивыми и подвержены даже незначительным антропогенным воздействиям. Велика цена ошибки при непродуманной хозяйственной деятельности в Арктике.

Фундаментальной научной проблемой является отсутствие системы комплексного управления арктическими пространствами при решении задач обеспечения безопасности хозяйственной деятельности, поиска и добычи полезных ископаемых, поддержания экологического баланса в регионе и др. Она может быть решена путем формирования системы государ-

integration of various means to obtain surface data is carried out. The approaches to the increase of expedition activity effectiveness for field investigation carrying out in the Arctic Zone are represented. There is offered a development of intelligent information media on basis of bio-indication data.

Key words: biological indicators, arctic ecological systems.

ственного экологического мониторинга в Арктической зоне РФ.

Для создания интеллектуальной информационной среды арктического пространства требуется разработать новые методы и подходы к исследованию арктических территорий, воспользоваться современными технологиями, разрабатываемыми как в РФ, так и за рубежом, а также использовать забытый опыт и навыки мореходства поморов, с помощью которых был открыт и освоен весь Русский Север до Камчатки и Аляска.

Основные подходы можно разделить на следующие группы:

- интеграция методов обработки пространственных данных;
- автоматизация дешифрирования снимков арктических территорий;
- новые подходы к проведению морских экспедиционных работ.

Описание арктических территорий как сложной гетерогенной среды. Определение характерных участков арктических территорий

Арктическое пространство как сложная метасистема характеризуется рядом специфических особенностей: сложностью климатических условий, подверженностью изменениям даже от слабых антропогенных воздействий, необходимостью регулярного обследования и оценки состояния, что определяет требования к системам многоуровневого мониторинга (от простого визуального наблюдения до дистанционного зондирования на базе аэрокосмических снимков), необходимостью оперативной обработки результатов мониторинга для оценки и прогнозирования динамики арктического пространства. Актуализация информации об Арктике – основа принятия решений для эффективного управления территориями, восстановления биопродуктивности и биоразнообразия. Сложность и большие объемы распределенной информации об арктических пространствах затрудняют непрерывное обновление пространственных и атрибутивных данных, обуславливают потребность в принципиально новых методах обработки геоинформации. Наличие большого разнообразия связей, как внутренних, так и

внешних по отношению к арктическим территориям, обуславливает сложность принятия управленческих и производственных решений на различных организационных уровнях и для различных периодов управления, от оперативного до стратегического. Основные задачи управления метасистемой арктических территорий: создание единого информационного пространства для решения проблем арктических территорий; повышение эффективности функционирования элементов, отдельных систем и метасистемы в целом; прогнозирование состояния систем и метасистемы в целом.

На первоначальном этапе разработки методики исследования требуется определить типовые опытные участки арктических территорий.

При формализации предметной области необходимо использовать технологии системного анализа, структурного моделирования, методы полихроматических множеств и графов, онтологический подход. При описании объектов и процессов арктического пространства применяется интеграция указанных методов.

Интеграция различных способов получения информации

В настоящее время наиболее эффективными и оперативными средствами сбора информации о территории являются данные дистанционного зондирования. Дистанционные данные фиксируются как космическими аппаратами, так и беспилотными летательными аппаратами. Оба вида сбора информации о местности имеют свои плюсы и минусы по таким критериям, как оперативность, охват, детальность, стоимость. Наибольшего эффекта можно достичь при использовании интегрированной информации из разных источников, дополненной данными полевых исследований.

Среди функционирующих систем спутникового мониторинга наиболее популярными являются системы ресурсных спутниковых аппаратов *Landsat*, *MODIS*

(*Terra* и *Aqua*), данные с которых можно получить бесплатно и относительно оперативно.

Для суровых северных погодных условий актуальны спутниковые системы радиолокационного наблюдения, такие как *RADARSAT*. Детальные данные о поверхности Земли можно получать даже при плотной облачности и в условиях полярной ночи. Но радиолокационные снимки пригодны для решения далеко не всех практических задач, хотя и могут являться хорошим дополнением к имеющейся информации о территории.

В рамках отечественной космической программы ведется разработка системы спутникового мониторинга «Арктика». В частности, готовится к запуску космический аппарат «Арктика-М», предназначен-

ный для мониторинга чрезвычайных явлений, сбора гидрометеорологических данных о приполярных территориях.

Потенциал беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга северных территорий страны на текущий момент значительно недооценен. БПЛА позволяют собирать пространственные данные о территории с детальностью (5 см на пиксель), не доступной ни одному космическому аппарату. Но для осуществления подобного рода съемок необходимо присутствие оператора непосредственно в районе проведения съемки.

Разработка интеллектуальных методов и алгоритмов обработки снимков с БПЛА и космических аппаратов. Разработка алгоритмов объектно-ориентированного дешифрирования снимков арктических территорий

Результатом съемки, получаемым со всех систем мониторинга, являются цифровые изображения, пригодные для автоматизированной обработки. Все получаемые данные нуждаются в предварительной обработке: геометрической коррекции, геопривязке, сшивке ортофотоплана. Затем выполняется тематическая обработка снимков. Данный этап представляет

Таким образом, интеграция различных способов получения информации (космическая съемка, аэрофотосъемка, полевые исследования) для изучения Арктики должна иметь положительный эффект при проведении мониторинга и управлении северными территориями. Интеграция может быть реализована как в процессе сбора данных (поиск интересующих объектов по обзорным спутниковым (среднедетальным) снимкам, а затем детальная съемка с БПЛА), так и при непосредственной обработке съемочных данных [2; 3].

наибольший интерес и несет значительную научную новизну.

В зависимости от целевой задачи процесс автоматизированного тематического дешифрирования может быть реализован в виде методики на основе статистических или интеллектуальных методов [1; 3-6]. Применяемые методы напрямую зависят от детальности съемки и целевой задачи.

Реализация новых подходов для повышения эффективности экспедиционной деятельности

Для апробации разработанных алгоритмов дешифрирования объектов арктического пространства необходимо проведение полевых исследований. В прибрежных зонах арктических морей и островов исследования затруднены из-за сложных климатических условий. В первую очередь это высокая вероятность возникновения штормов, дрейфующие льды, возможность контакта с крупными млекопитающими.

Современные технологии проведения экспедиционных работ в Арктике предполагают движение крупного морского судна по заранее намеченному маршруту. Комплексные исследования точечных объектов прибрежной зоны напрямую зависят от погодных условий. Если условия неблагоприятны и высадка на побережье невозможна, то исследования территории пере-

носятся на неопределенный срок. Комплексное изучение арктического пространства при этом становится многозатратным и неэффективным. Вариант высадки экспедиций и организации полевых лагерей исключается из-за чрезмерных затрат.

Предлагается использовать исторический опыт освоения арктических территорий. Технологии проведения экспедиций в XVIII – начале XX века, организация поморских промыслов до начала XX века имели конкретные особенности. Как правило, мореходное судно большую часть времени отстаивалось в морских бухтах (становищах), укрытых от большинства господствующих ветров. Это позволяло продуктивно и неограниченно по времени заниматься конкретной деятельностью:

промыслом зверя или исследованием прибрежных территорий.

В настоящее время между группами традиционно «арктических» государств (Россия, Канада, США, Дания, Норвегия) и стран, географически удаленных от Арктического региона (Китай, Индия и др.), ведется активная борьба за первенство в Арктике. Очевидно, что лидерами в данной борьбе станут государства, способные наиболее эффективно выстроить систему сбора и обработки информации об арктическом пространстве. Информационная составляющая будет являться фундаментом для построения всей инфраструктуры в регионе.

В России и за рубежом проводятся работы в различных научных областях: исследование арктической растительности, изучение животного мира северных территорий, мониторинг и прогнозирование ле-

довой обстановки, морских течений и др. При этом научные исследования в разных областях часто выполняются независимо друг от друга. Отсутствует единая информационная среда, объединяющая информацию из разных источников с целью целостного системного анализа арктического пространства.

Понимание того, что не химические, а биологические свойства определяют состояние экосистем, стало преобладающим. Однако систем мониторинга и управления на основе биоиндикаторов пока не создано. Авторами статьи предлагается разработка интеллектуальной информационной среды, которая позволит получать и обрабатывать данные биоиндикации с возможностью решения задач управления арктическими территориями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешко, Р.А. Структурное и информационное обеспечение систем космического мониторинга лесных территорий / Р.А. Алешко, А.Т. Гурьев, К.В. Шошина, В.С. Щеников // Применение космических технологий для развития арктических регионов: сб. тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием / сост. С.В. Рябченко, Л.В. Соколова; Север. (Аркт.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – С. 171-172.
- Алешко, Р.А. Технологии непрерывной обработки пространственных данных / Р.А. Алешко, А.Т. Гурьев, К.В. Шошина, В.С.Щеников // Состояние арктических морей и территорий в условиях изменения климата: сб. тр. Всерос. конф. с междунар. участием. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2014. – С. 68-74.
- Алешко, Р.А. Система мониторинга и управления пространственными гетерогенными объектами (на примере Соловецкого архипелага) / Р.А. Алешко, А.Ю. Бекмешов, И.С. Васендина, А.Т. Гурьев, Т.В. Карлова, К.В. Шошина, В.С. Щеников// Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - №3(43). - С.104-108.
- Гурьев, А.Т. Тематическая обработка спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей / А.Т. Гурьев, Р.А. Алешко, С.В. Торхов, Д.В. Трубин; Север. (Аркт.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 164 с.
- Гурьев, А.Т. Структурное моделирование лесных дорог: монография / А.Т. Гурьев, К.В. Шошина; Север. (Аркт.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2015. – 139 с.
- Шептунов, С.А. Конструкторско-технологическая информатика – ключевой элемент формирования эффективных технологических платформ / С.А. Шептунов // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2014. – Т. IV. - №5.
- Aleshko, R.A., Structural and information support of systems for forest area space monitoring / R.A. Aleshko, A.T. Guriev, K.V. Shonina, V.S. Shchenikov // *Space Techniques Application for Arctic Region Development: Proceedings of the All-Russian Conf. with International Participation* / comp. S.V. Ryabchenko, L.V. Sokolova; Lomonosov Northern (Arctic) Federal University. – Arkhangelsk: IPTS SAFU, 2013. – pp. 171- 172.
- Aleshko, R.A., Techniques for spatial data continuous processing / R.A. Aleshko, A.T. Guriev, K.V. Shonina, V.S. Shchenikov // *State of Arctic Seas and Territories under Conditions of Climate Changes: Proceedings of All-Russian Conf. with International Participation*. – Arkhangelsk: IPTS SAFU, 2014, - pp. 68-74.
- Aleshko, R.A., System of monitoring and control of spatial heterogeneous objects (by the example of Solovetsky Archipelago) / R.A. Aleshko, A.Yu. Bekmeshov, I.S. Vasendina, A.T. Guriev, T.V. Karlova, K.V. Shonina, V.S. Shenikov// *Bulletin of Bryansk State Technical University*. – 2014. – No 3(43). – pp. 104-108.

4. Guriev, A.T., Forest area satellite photo thematic processing based on structural models / A.T. Guriev, R.A. Aleshko, S.V. Torkhov, D.V. Trubin; *Lomonosov Northern (Arctic) Federal University*. – Arkhangelsk: IPTS SAFU, 2013. – pp. 164.
5. Guriev, A.T., Forest Road Structural Modeling: Monograph / A.T. Guriev, K.V. Shoshina; *Lomonosov Northern (Arctic) Federal University*. – Arkhangelsk: SAFU, 2015. pp. 139.
6. Sheptunov, S.A., Design-technological information science – key element in technological platform effective formation / S.A. Sheptunov // *Bulletin of Kabardino-Balkaria State University*. – 2014. – Vol. IV. – No 5.

*Материал поступил в редколлегию
29.06.15.*

*Рецензент: д.т.н., профессор
У.Д. Батыров*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алешко Роман Александрович, к. т. н. доцент, Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, e-mail: roman@aleshko.com.

Батраков Никита Мирославович, аспирант Института конструкторско-технологической информатики РАН, e-mail: n.m.batrakov@gmail.com.

Гурьев Александр Тимофеевич, д. т. н., профессор Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, e-mail: atguriev@gmail.com.

Aleshko Roman Alexandrovich, Can.Eng., Assistant Prof., Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, e-mail: roman@aleshko.com.

Batrakov Nikita Miroslavovich, Post graduate student Institute of Design-Technological Information Science of RAS, e-mail: n.m.batrakov@gmail.com.

Guriev Alexander Timofeievich, D.Eng., Prof., Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, e-mail: atguriev@gmail.com.

Карлова Татьяна Владимировна, д.с.н., к.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник, Института конструкторско-технологической информатики РАН, e-mail: karlova-t@yandex.ru.

Шептунов Сергей Александрович, д.т.н., профессор, директор Института конструкторско-технологической информатики РАН, e-mail: ship@ikti.ru.

Шошина Ксения Владимировна, старший преподаватель Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, e-mail: kshoshina@gmail.com.

Karlova Tatiana Vladimirovna, D.S., Can.Eng., Prof., Leading Researcher Institute of Design-Technological Information Science RAS, e-mail: karlova-t@yandex.ru.

Sheptunov Sergey Alexandrovich, D.Eng., Prof., Director of Institute of Design-Technological Information Science RAS, e-mail: ship@ikti.ru.

Shoshina Ksenia Vladimirovna, Senior Lecturer of Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, e-mail: kshoshina@gmail.com.