

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Сипач¹⁾, О. А. Семенов¹⁾, Е. С. Курзенков¹⁾, М. С. Курзенков¹⁾,
М. Ю. Богущкий¹⁾, Е. С. Фруль¹⁾, А. А. Новиков²⁾, В. М. Каплинский³⁾

¹⁾УП «Геоинформационные системы», Минск

²⁾ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», к. п. Нарочь

³⁾ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца», аг. Каменюки

В работе описана разработка многоуровневой системы наблюдений за изменениями состояния экосистем особо охраняемых природных территорий. Данная система основана на применении ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли, а также проведения наземных полевых наблюдений.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; геоинформационные технологии; особо охраняемые природные территории; национальные парки; веб-карты.

MULTI-LEVEL SYSTEM FOR DETECTING CHANGES IN THE STATE OF ECOSYSTEMS OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS USING EARTH REMOTE SENSING DATA AND GIS TECHNOLOGIES

V. A. Sipach¹⁾, O. A. Semenov¹⁾, E. S. Kurzenkov¹⁾, M. S. Kurzenkov¹⁾,
M. Y. Bogutsky¹⁾, E. S. Frul¹⁾, A. A. Novikov²⁾, V. M. Kaplinsky³⁾

¹⁾UE "Geoinformation Systems", Minsk

²⁾Narochansky National Park", r. v. Naroch

³⁾National Park "Belovezhskaya Pushcha", ag. Kamenyuki

The paper describes the development of a multi-level monitoring system for changes in the state of ecosystems of specially protected natural areas. This system is based on the use of GIS technologies and data from remote sensing of the Earth, as well as conducting ground-based field observations.

Keywords: remote sensing of the Earth; geoinformation technologies; specially protected natural areas; national parks; web-maps.

Современное изменение климата и антропогенная нагрузка на особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) ведет к необратимым

изменениям мест произрастания и обитания диких растений и животных, что оказывает существенное влияние на биоразнообразие.

Для своевременного и оперативного мониторинга за изменениями природной среды стандартные подходы наземных наблюдений уже не могут быть достаточными. К тому же территории ООПТ большие по площади и протяженности, например, Национальный парк «Нарочанский» занимает 97,3 тыс. га и протяженность с севера на юг – 34 км, с запада на восток – 59 км., и Национальный парк «Беловежская пуца» – 150 тыс. га и протяженность с севера на юг 65 км, а с запада на восток – от 20 до 52 км.

Поэтому использование современных информационных технологий к ведению мониторинга за экосистемами единственный способ оперативного, всеобъемлющего и эффективного контроля за территориями ООПТ. Это обеспечивается за счет использования данных дистанционного зондирования Земли (далее – данные ДЗЗ) с космических аппаратов и беспилотных летательных аппаратов, геоинформационных систем, систем точного позиционирования и веб-картографии.

УП «Геоинформационные системы» совместно с Институтом экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси, ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» и ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца» приступили к реализации мероприятия 19 «Создать программный комплекс автоматизированного выявления угроз и прогнозирования состояния природных экосистем особо охраняемых природных территорий с использованием данных дистанционного зондирования Земли» в рамках подпрограммы 6 «Исследование и использование космического пространства в мирных целях» государственной программы «Научные технологии и техника» на 2021–2025 годы. Целью разработки программного комплекса является создание технологий автоматизированного выявления изменений и прогнозирование состояния природных экосистем ООПТ с помощью геопространственного анализа данных наземных обследований и дистанционных съемок различной детальности.

Технология автоматизированного выявления изменений природных экосистем основана на предварительной классификации космических снимков по базовым компонентам: растительность, открытый грунт и вода. Для этого используются стандартизированные спектральные индексы. Такими индексами являются:

- нормализованный вегетационный разностный индекс (NDVI);
- нормализованный разностный водный индекс (NDWI);
- нормализованный разностный индекс гари (NBRI).

Получение информации о наличии индексов на определенный участок территории может свидетельствовать о наличии определенного вида изменения экосистемы. Например, высокие значения индекса NDWI и

низкие индекса NDVI чаще всего свидетельствует об усыхании растительности в связи с подтоплением данного участка территории.

Данные ДЗЗ позволяют регулярно и оперативно получать информацию об изменениях в экосистемах на всю территорию ООПТ. Однако без наземной валидации (проверки) данных нельзя однозначно интерпретировать полученные результаты.

Для повышения качества определения выявленных изменений в природных экосистемах ООПТ используется цифровая карта экосистем национальных парков, которая помогает определить, является ли появившееся изменение сезонным, временным или постоянным.

При проведении наземных полевых работ в ООПТ можно столкнуться с невозможностью попасть на объект валидации, так как часть территории может быть подтоплена, завалена непроходимым лесом, иметь препятствия в виде рек, болот. В данной ситуации выполнить валидацию могут помочь беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА). С их помощью возможно проведение высокодетальной аэрофотосъемки, а также создание сферических панорам, которые позволяют рассмотреть выявленные изменения с высокой четкостью без посещения объекта.

Для объединения в единое целое выявления изменений в экосистемах, валидации данных и принятия на их основе управленческих решений требует создание единой многоуровневой системы, на основе программных решений, базирующихся на геоинформационных технологиях.

Основой разрабатываемого программного комплекса является многопользовательское серверное программное ГИС-обеспечение ArcGIS Enterprise. Оно позволяет соединить представленные данные полученные после обработки данных ДДЗ с космических аппаратов, передать их полевым бригадам для валидации, вернуть данные обследований и предоставить специалистам с использованием веб-карт всю информации про произошедшим изменениям для принятия обоснованных управленческих решений.

Данный программный комплекс представляет из себя многоуровневую систему выявления изменений экосистем на ООПТ и представлен следующими уровнями:

- 1) Космический – данные ДЗЗ с космических аппаратов;
- 2) Авиационный – данные ДЗЗ с БЛА;
- 3) Наземный – данные наземных полевых валидаций.