

DOI:

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЯВЛЕНИЯ,
ДЕШИФРИРОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ
ДАННЫХ**

А. В. Ольшевский¹, И. П. Самсоненко², В. М. Яцухно³

¹УП «Геоинтех»;

²УП «Проектный институт Белгипрозем»;

³Белорусский государственный университет

Описан экспериментальный образец технологии выявления, дешифрирования и картографирования деградированных земель, разработанный в рамках программы Союзного государства «Мониторинг-СГ» с использованием открытого геоинформационного ПО QGIS и предназначенный для повышения эффективности процесса обработки многозональных космических снимков и составления цифровых карт проявлений деградации земель.

**GEOINFORMATION MODELS TO AUTOMATE THE PROCESSING OF
REMOTE SENSING DATA FOR IDENTIFYING AND MAPPING LAND
DEGRADATION**

A. V. Olshevskiy¹, I. P. Samsonenko², V. M. Yatsukhno³

¹UE «Geointech»;

²Republican Unitary Enterprise «Project Institute Belgiprozem»;

³Belarusian State University

The article describes new methods to create digital land degradation maps and provides time-cost savings and simplification of the multispectral satellite images processing. The staff of the research laboratory of landscape ecology of the Belarusian State University and the unitary enterprise "Geointech" carried out the project within the framework of the Union State of Russia and Belarus program ("Monitoring-SG"). As a result, an experimental sample of the technology for identifying, decoding and mapping the dynamics of degradation processes and degraded lands based on modern satellite data was created. The experimental sample is based on the use of geo-information models of remote sensing data processing, which represent certain sequences of operations. There are allow automated pre-processing, classification of satellite images, assessment of classification accuracy, as well as vectorization and mapping of the results of thematic interpretation. As the basic software for the development of geoinformation models, open-source software Quantum GIS (QGIS) and additional modules to it (SAGA, OTB) are used. Using the module of creating geoinformation models, algorithms for solving various applied problems were combined. The main categories used in the graphic models are the initial geoinformation layers, processes, their parameters and the relationships between them, as well as the resulting layers. The experimental sample of the technology includes geoinformation models of preliminary processing of remote sensing data, automated classification, assessment of classification accuracy and vector post-processing of its results. Consistent implementation of the developed models allows creating digital maps of land degradation, which show boundaries of degraded land contours, differing by types of degradation, as well as additional necessary elements of content.

Целесообразность мер по борьбе с деградацией земель в Республике Беларусь обусловлена необходимостью повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов государства. Она продиктована также международными обязательствами страны, связанными с присоединением к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (UNCCD) и реализацией положений Стратегии и Национального плана действий Республики Беларусь по предотвращению деградации земель на 2016–2020 гг. В мировой практике изучению проблемы деградации земель, являющейся одной из наиболее актуальных глобальных проблем, придается весьма большое значение. Установлено, что в природных условиях Беларуси основными формами (видами) деградации земель/почв являются: водная и ветровая эрозия, минерализация (разрушение) осушенных торфяно-болотных почв, ухудшение гранулометрического состава почв, химическое (в том числе радионуклидное) загрязнение земель/почв, а также загрязнение сточными водами и отходами производства и потребления, подтопление и заболачивание, засоление, иссушение, переуплотнение почв, выгорание осушенных торфяников, зарастание сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью и сорняками, нарушение земель при разработке месторождений полезных ископаемых и их переработке, а также при проведении строительных работ и различных раскопок, самовольное занятие и нецелевое использование земель, заброшенность земель, в том числе занятых пустующими объектами, и др. (Помелов, 2006).

Одной из основных причин, затрудняющих проведение мероприятий по борьбе с деградацией земель, является отсутствие оперативной информации, предназначенной для выявления, картографирования, классификации, учета и оценки процессов деградации, а также деградирующих и деградированных земель. Развитие технологий сбора, обработки, хранения и использования данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ), снижение их стоимости, возможности выбора каналов спектрального сканирования земной поверхности и периода наблюдений, а также получения актуальных данных и применения программных средств автоматизации позволяют рассматривать данные методы

в качестве наиболее приемлемых для выявления и картографирования процессов деградации и деградированных земель.

На национальном уровне решению указанных задач уделяется все больше внимания, однако в настоящее время имеется некоторый опыт применения дистанционного зондирования для изучения лишь водной/ветровой эрозии и минерализации торфяников. Вопросы методического обеспечения и внедрения таких технологий в практику пока еще обсуждаются. Вполне очевидно, что для систематической и планомерной борьбы с деградацией земель в целях повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов необходимы разработка (адаптация), апробирование и внедрение в практику землеустройства, государственного контроля за использованием и охраной земель, а также решения других общегосударственных задач новых подходов, основанных на использовании дистанционного зондирования и геоинформационных технологий.

Попытки проведения таких работ в стране предпринимались на протяжении ряда лет. Так, сотрудниками научно-исследовательской лаборатории экологии ландшафтов Белорусского государственного университета, а также унитарного предприятия «Геоинтех» в рамках программы Союзного государства «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» («Мониторинг-СГ») реализован проект, посвященный разработке экспериментального образца технологии выявления, дешифрирования и картографирования динамики процессов деградации, деградирующих и деградированных земель на основе современных спутниковых данных.

Экспериментальный образец основан на использовании геоинформационных моделей обработки ДДЗ, которые представляют определенные последовательности операций, в совокупности позволяющих осуществлять автоматизированную предварительную обработку и классификацию космических снимков, оценку точности классификации, а также векторизацию и картографирование полученных результатов тематического дешифрирования (Ольшевский, 2013).

В качестве базового программного обеспечения для разработки геоинформационных моделей используется ПО с открытым кодом Quantum GIS (QGIS) и дополнительные модули к нему (SAGA, OTB). Существенными параметрами при выборе данного ПО являлись возможность подключения к основному функционалу пространственного анализа QGIS инструментов обработки ДДЗ из других геоинформационных пакетов и их последующего использования в виде отдельных модулей, а также наличие специализированного модуля создания геоинформационных моделей, в котором можно комбинировать имеющиеся алгоритмы для решения различных прикладных задач. ПО QGIS позволяет оперировать графическими моделями рабочих процессов, создавать, редактировать, запускать и документировать пространственные модели. При этом основными категориями, используемыми в графических моделях, являются исходные геоинформационные слои, процессы, их параметры и связи между ними, а также результирующие слои. Экспериментальный образец технологии включает в себя геоинформационные модели предварительной обработки ДДЗ, автоматизированной классификации, оценки точности классификации и векторной постобработки ее результатов.

Геоинформационная модель предварительной обработки ДДЗ предназначена для подготовки исходных данных к последующему автоматизированному дешифрированию и включает исходные слои, геоинформационные процессы и результирующие слои. При этом исходные слои включают растровый космический снимок и отдельные спектральные каналы снимка (NIR band, R band и т. д.). Геоинформационные процессы представляют собой алгоритмы программных пакетов (QGIS, SAGA и OTB), которые можно отключать/активировать в зависимости от решаемой задачи и целей обработки ДДЗ. В их число входят: разделение многозонального снимка на N каналов; разделение многозонального снимка на RGB каналы; линейное растяжение гистограммы; расчет вегетационных индексов (NDVI, PVI и др.); фильтрация методом Гаусса; фильтрация методом Лапласа; композит RGB; расчет статистики второго порядка. Результирующие слои можно сохранять в памяти компьютера или во временной папке.

Геоинформационные модели автоматизированной классификации предназначены для автоматического разбиения изображений по заданному признаку или совокупности признаков на однородные содержательно интерпретируемые области. К исходным слоям в данном случае относятся растровый снимок (может использоваться исходный снимок или результирующие слои модели предварительной обработки (комбинации каналов)) и векторный слой эталонов – для модели автоматизированной контролируемой классификации с обучением. Использование геоинформационных технологий при тематическом дешифрировании ДДЗ предусматривает выбор различных методов как неконтролируемой, так и контролируемой классификаций снимков в зависимости от выявляемых видов деградации земель и природных особенностей изучаемой территории.

Геоинформационная модель оценки точности предназначена для определения объективных показателей достоверности и надежности информации, полученной в результате классификации ДДЗ. Модель состоит из процессов преобразования векторного слоя в растровый (с использованием атрибута слоя) и расчета параметров оценки точности классификации. Исходными слоями модели являются классифицированный растровый снимок, результат предыдущего этапа обработки ДДЗ и векторный полигональный слой с информацией об известных видах земель.

При помощи алгоритма геоинформационного процесса расчета матрицы ошибок и «параметра карра» для оценки точности результатов классификации рассчитывается матрица ошибок классификации и подготавливается таблица, в которой отражаются количество правильно классифицированных пикселей, общая площадь в количестве пикселей и процент правильно классифицированных пикселей. Отчет о результатах работы алгоритма записывается в результирующий файл в текстовом формате.

Геоинформационная модель постобработки результатов классификации ДДЗ предназначена для оформления результатов классификации в виде цифровой карты. Векторная постобработка заключается в фильтрации шумов и автоматической векторизации полученных результатов. Исходным слоем для

геоинформационной модели постобработки является классифицированный растровый снимок – результат предыдущего этапа обработки ДДЗ.

Последовательная реализация разработанных моделей позволяет получать цифровые карты проявлений деградации земель (рис.), на которых отображаются границы контуров деградированных земель в зависимости от видов деградации, а также дополнительные необходимые элементы содержания.

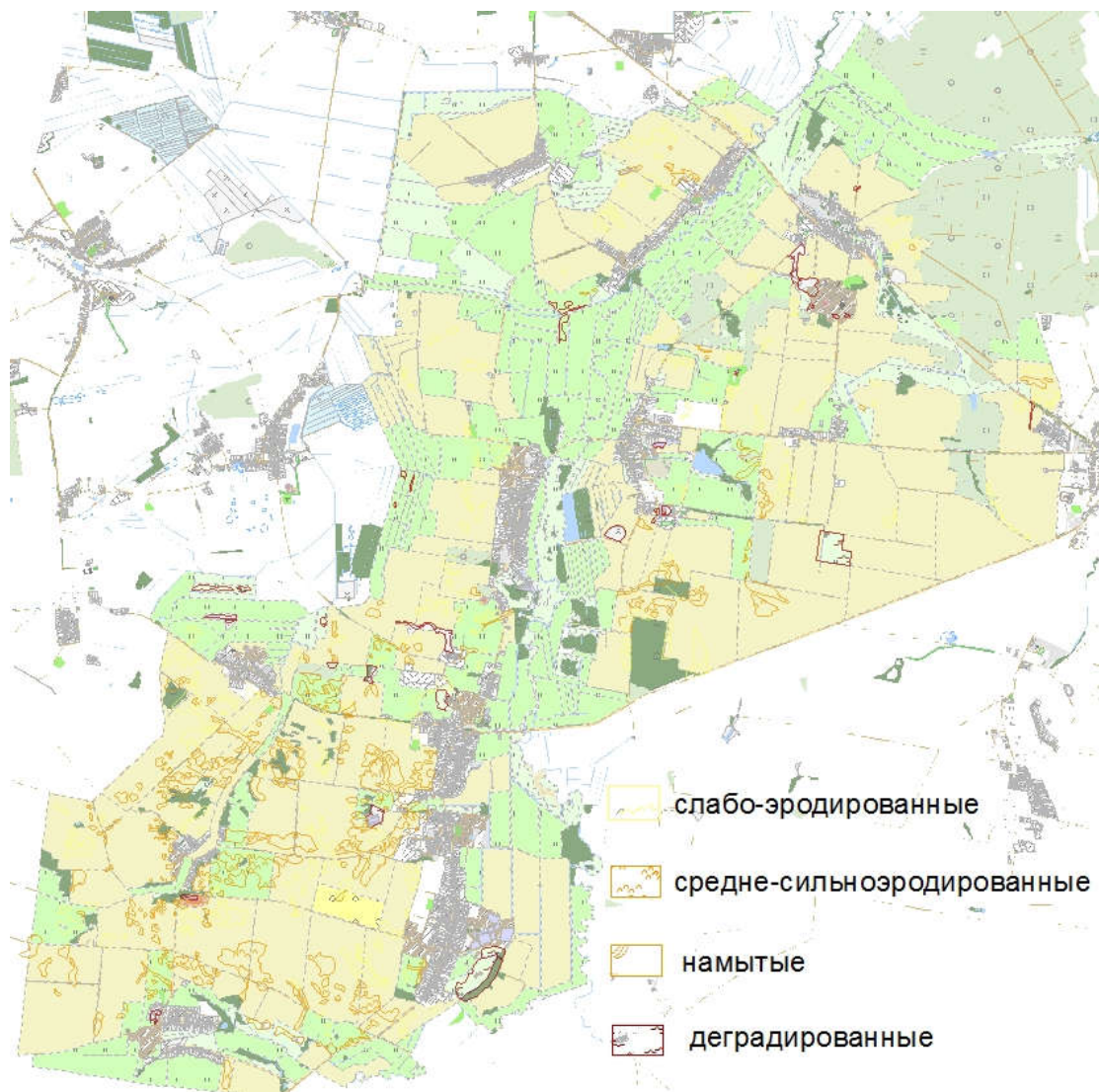


Рис. Цифровая карта проявлений деградации земель, созданная с использованием геоинформационных моделей обработки ДДЗ (фрагмент).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Помелов А.С. Актуальные вопросы структурирования процессов деградации земель // Земля Беларуси. № 2. 2006. С. 10–15.
2. Ольшевский А.В. Разработка геоинформационной модели автоматизированной классификации многозональных космических снимков // Земля Беларуси. 2013. № 1. С. 36–39.