

ТИПИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ «GEONS» В ГИС–СРЕДЕ

Л. В. Гарафутдинова, В. К. Каличкин, Д. С. Федоров

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р. н. Краснообск, Новосибирская обл., Россия

lv.garafutdinova@mail.ru

АННОТАЦИЯ. в последние годы данные дистанционного зондирования Земли и геоинформационные технологии стали неотъемлемой частью тематического картографирования сельскохозяйственных земель. В данной работе рассмотрен подход к выделению типов земель сельскохозяйственного назначения с использованием концепции «geons».

Ключевые слова: геоинформационные технологии, дистанционное зондирование Земли, .
типы земель, картографирование.

Концепция «geons» (геоны) применяется в геоинформатике в качестве стратегии представления и анализа скрытых пространственных явлений в разных географических масштабах для зонирования территории. Геоны – это географические единицы, однородные с точки зрения различных пространственных и временных явлений. Основная цель создания геонов – составление цифровых карт пространственных объектов с соответствующей базой геоданных, имеющих отношение к хозяйственному использованию. Модель геонов работает как двухэтапный процесс, где на первом шаге классификации используются экспертные знания, специфичные для конкретной предметной области, а второй шаг основан на полуавтоматическом зонировании посредством сегментации и классификации снимков дистанционного зондирования [1].

Одним из основных процессов выделения геонов является сегментация изображений дистанционного зондирования и классификация объектов, размещенных на определенной территории. За последние два десятилетия объектно-ориентированный анализ изображений (OBIA) стал неотъемлемой частью географической информатики (GIScience) и широко применяется в анализе и обработке спутниковых изображений высокого разрешения [2,3]. Считается, что классификация на основе объектов представляет более эффективный подход, чем классификация на основе пикселей [4]. Формирование геонов тесно связано

с объектно-ориентированным анализом изображений и классификацией.

Целью данного исследования было использование концепции геонов для автоматизации процесса выделения типов сельскохозяйственных земель.

Исследования выполнены на территории землепользования Опытной станции (ОС) «Элитная» СФНЦА РАН, расположенной в лесостепи Приобья Новосибирской области (54°54'57"с.ш., 82°57'6"в.д.). Рельеф представлен слабоволнистой равниной с абсолютными высотами от 103 до 170 м, крутизной склона от 0° до 5°, с преобладанием чернозема выщелоченного. Для объектно-ориентированной классификации использованы космические снимки Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м в пикселе за апрель-начало мая, полученные при помощи Sentinelhub (<https://www.sentinelhub.com>). Цифровая модель рельефа (ЦМР) сформирована на основе данных SRTM (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Сегментацию проводили с использованием программного продукта SAGA GIS версии 8.5.1 с открытым исходным кодом (<https://sourceforge.net/projects/saga-gis/>), с использованием алгоритма «Object Based Image Segmentation» (OBIS). ЦМР и крутизну склона рассчитывали с помощью QuantumGIS (QGIS) (<https://qgis.org/ru/site/>) в единой системе координат WGS 84. Обучающая выборка сформирована посредством экспертного анализа. Для типизации земель на основе геонов использовали показатели рельефа. Классифи-

кацию проводили с использованием алгоритма случайный лес (Random forest – RF) в пакете статистического языка программирования R. Оценку точности проводили с использованием оценки общей точности (Accuracy assessments) и коэффициента Каппа Коэна.

Концепция геонтов является инновационным подходом к типизации земель сельскохозяйственного назначения, основанном на объединении различных географических данных и характеристик в единую структуру. Эта методология предоставляет возможность проводить пространственный анализ и делать обоснованные решения в области управления земельными ресурсами. Выделение типов земель основано на геоинформационном картографировании, посредством которого определяются основные характеристики территории, такие как ЦМР, крутизна склона, спектральные характеристики многозонального космического изображения. По нашему мнению, концепция геонтов представляет возможность объединения этих географических данных и характеристик в единую структуру, что позволяет проводить пространственный анализ и классификацию земель сельскохозяйственного назначения.

Для проверки полученного набора, состоящего из 256 наблюдений, данные случайным образом были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 70% к 30%.

В работе использовали спектральные характеристики многозонального космического изображения, абсолютные высоты над уровнем моря и данные о крутизне склона. Абсолютная высота была разделена на два класса: 103–137 м и 137–170 м. Уклон был получен на основе ЦМР и разделен на три класса – 0–1°, 1–3° и 3–5°. Сегментация на основе ОБИА для всех выбранных параметров проведена с несколькими разрешениями 10 и 30 м в пикселе.

В результате сегментации изображений дистанционного зондирования было получено 4641 сегмент, общая точность классификации составила 90,32%, а Каппа Коэна 0,87. После проведения классификации территория, была разделена на пять пространственных классов, которые отражают различные типы поверхности. Классификация включает в себя следующие категории: первый класс представлен поверхностями, имеющими темно-коричневый или черный цвет; второй класс включает в себя поверхности, которые имеют красноватый или оранжевый оттенок; третий класс отражает по-

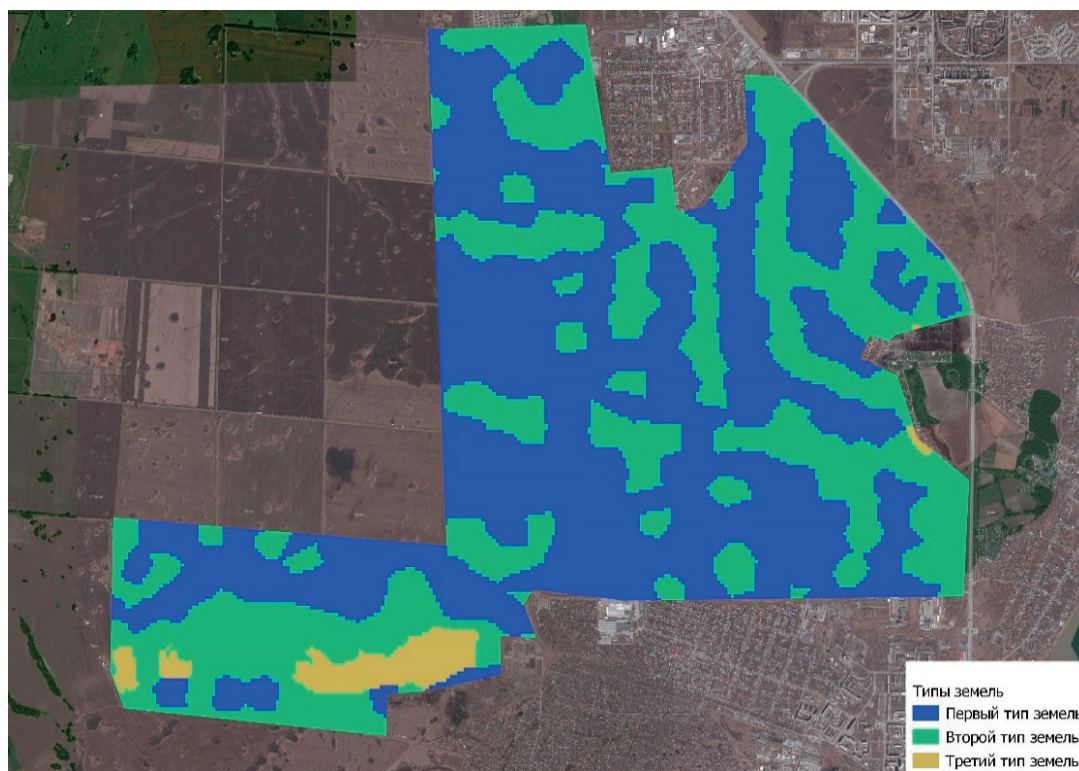


Рисунок. Типы земель

верхности с преобладанием светло-серого или светло-желтого цвета.

После проведения процесса объектно-ориентированной сегментации и последующей классификации, получили отдельные географические объекты – геоны. Геоны представляют собой самостоятельные пространственные единицы, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа и изучения территории. Такой подход позволяет более точно определить границы и характеристики каждого объекта, что упрощает работу с географическими данными и повышает эффективность их использования.

Следующим этапом работы было добавление характеристик (атрибутов) к полученным пространственным объектам (геонам). В нашем случае были использованы характеристики рельефа, так как они являются важным элементом типизации сельскохозяйственных земель. Характеристики рельефа по каждому выделенному геону получены с использованием сегментации параметров рельефа. Путем генерализации полученных карт и проведения классификации алгоритмом RF были выделены типы земель (рис.).

Первый тип земель характеризуется следующими показателями: абсолютная высота изменяется от 103 до 137 м, уклон поверхности составляет 0–1°, площадь этого типа земель составляет 1516 га, почвенный покров представлен черноземом выщелоченным в сочетании с обыкновенным, оподзоленным и темно-серой лесной почвами. Второй тип земель: высота над уровнем моря 137–170 м, уклон поверхности – от 1° до 3°, площадь – 1148 га, почвенный покров – чернозем выщелоченный в сочетании с обыкновенным, оподзоленным и темно-серой лесной почвами. Третий тип земель: высота над уровнем моря изменяется от 125 до 149 м, уклон поверхности – от 3° до 5°, площадь 78 га, почвенный покров – чернозем выщелоченный в сочетании с темно-серой лесной почвой.

После проведения анализа данных алгоритмом машинного обучения RF была выполнена оценка общей точности (Accuracy assessment) и рассчитана статистика Каппа. В результате расчета общей точности классификации для территории ОС «Элитная» было

получено высокое значение – 99,22%. Кроме того, значение Каппа Коэна составило 0,98, что также свидетельствует о высокой степени согласованности между классификацией и истинными значениями. Можно сделать вывод о высоком качестве работы алгоритма RF при классификации сельскохозяйственных земель с использованием концепции геонов с наложением параметров рельефа для территории ОС «Элитная».

Таким образом с использованием интеграции возможностей дистанционного зондирования и геонформационного моделирования, а также применения концепции геонов сформирован подход автоматизированной типизации земель сельскохозяйственного назначения. Он состоит из следующих этапов. Сегментация и классификация изображений дистанционного зондирования, выделение пространственных объектов – геонов. Сегментация параметров рельефа и генерализация полученных карт. На основе этих данных происходит выделение типов земель и их характеристика. В каждом из этапов применяется машинное обучение и проверка точности классификации.

TYPIZATION OF AGRICULTURAL LAND USING THE «GEONS» CONCEPT IN A GIS-ENVIRONMENT

L. V. Garafutdinova, V. K. Kalichkin, D. S. Fedorov

*Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Novosibirsk oblast, Russia
lv.garafutdinova@mail.ru*

ABSTRACT. In recent years, Earth remote sensing data and geoinformation technologies have become an integral part of thematic mapping of agricultural lands. This paper discusses an approach to identifying types of agricultural land using the concept of «geons».

Keywords: *Keywords: geographic information technologies, remote sensing of the Earth, types of land, mappin*

Литература

- ¹ Lang S., Kienberger S., Tiede D. et al. Geons – domain-specific regionalization of space // *Cartography and Geographic Information Science*. 2014. Vol. 41. № 3. P. 214–226. DOI: 10.1080/15230406.2014.902755.
- ² Chen G., Weng Q., Hay G.J. et al. Geographic object-based image analysis (GEOBIA): Emerging trends and future opportunities // *GIScience & Remote Sensing*. 2018. Vol. 55. № 2. P. 159–182. DOI: 10.1080 / 15481603.2018.1426092.
- ³ Do H. T., Raghavan V., Truong L. X. et al. Multi-scale object-based fuzzy classification for LULC mapping from optical satellite images // *Spatial Information Research*. 2019. Vol. 27. P. 247–257. <https://doi.org/10.1007/s41324-019-00240-w>.
- ⁴ Nachappa T. G., Kienberger S., Meena S. R. et al. Comparison and validation of per-pixel and object-based approaches for landslide susceptibility mapping // *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 2020. Vol. 11. № 1. P. 572–600. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1736190>.