3. Кузьмин Ю.О. Дефформационные автоволны в разломных зонах // Физика Земли. 2012. № 1. С. 3–19.
4. Никонов А.А. Миграция сильных землетрясений вдоль крупнейших зон разломов Средней Азии // Доклады АН СССР. 1975. Т. 225. № 2. С. 306–309.
5. Новопашина А.В. Методика выявления миграций сейсмической активности Прибайкалья средствами ГИС // Геоинформатика. 2013. № 1. С. 33–36.
6. Новопашина А.В. Моделирование сейсмического процесса для выявления миграций сейсмической активности // Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2013. № 2 (43). С. 115–119.
7. Ружич В.В., Хромовских В.С., Перязев В.А. Анализ глобальной пространственно-временной миграции очагов сильных землетрясений с геотектонических позиций // Инженерная геодинамика и геологическая среда. Новосибирск: Наука, 1989. С. 72–81.
8. Шерман С.И. Тектонофизический анализ сейсмического процесса в зонах активных разломов литосферы и проблема среднесрочного прогноза землетрясений // Геофизический журнал. 2005. Т. 27. № 1. С. 20–38.
9. Шерман С.И., Горбунова Е.А. Вариации и генезис сейсмической активности разломов центральной Азии в реальном времени // Вулканология и сейсмология. 2011. № 1. С. 63–76.
10. Armijo R., Meyer B., Hubert A., Barka A. Westwards Propagation of the North Anatolin Fault into the Northern Aegean: Timing and kinematics // Geology. 1999. V. 27. № 3. P. 267–270.
11. Chery J., Merkel S., Bouissou S. A physical basis for time clustering of large earthquakes // Bulletin of the seismological society of America. 2001. V. 91. № 6. P. 1685–1693.
12. Hemendra K. A. Influence of Fault Bends on Ruptures // Bulletin of the Seismological Sosity of Ameryca. 1997. V. 87. №. 6. P 1681–1696.
13. Novopashina A.V., San'kov V.A. Velocities of slow migration of seismic activity in Cis-Baikal region // Geodynamics & Tectonophysics. 2010. V. 1. № 2. P. 197–203.
14. Vikulin A.V., Akmanova D.R., Vikulina S.A., Dolgaya A.A. Migration of seismic and volcanic activity as display of wave geodynamic process // Geodynamics & Tectonophysics. 2012. V. 3. № 1. P. 1–18.
15. Vikulin A.V. New type of elastic rotational waves in geomedium and vortex geodynamics // Geodynamics & Tectonophysics. 2010. V. 1. № 2. P. 119–141.
16. Pollitz F., Vergnolle M., Calais E. Fault interaction and stress triggering of twentieth century earthquakes in Mongolia // Journal of Geophysical Research. 2003. V. 108, № B10. 2503.
17. Ross S.S., Barka A.A., Dieterich J.H. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering // Geophysical Journal International. 1997. V. 128. №. 3. P. 594–604.
18. Westaway R. Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean // Journal of Geophysical Research. 1994. V. 99. P. 12,071–12,090.
19. Earthquake Hazards Program // USGS Earthquaqe hazards program [Электронный ресурс]. URL: http://earthquake.usgs.gov
20. Institut de physique du globe de Paris [Электронный ресурс]. URL: http://www.ipgp.jussieu.fr/~lacassin/WebTecto/rech/tectorecherche/IzmitWEB/SketchMarmara.gif (11/11/2004 6:22:15 AM).

УДК 519.85

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

© Б.Н. Олзоев[1], О.В. Данченко[2]
Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрены особенности геоинформационного картографирования сельскохозяйственных земель по космическим снимкам. Большое внимание уделено построению пространственных запросов на основе атрибутивного и географического критериев и анализу спектральных свойств сельскохозяйственных угодий на космических снимках. Сделан вывод о пространственной оценке распределения сельскохозяйственных земель, которая является одним из определяющих факторов при экономическом развитии территории.
Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. 14 назв.
Ключевые слова: дешифрирование космических снимков; геоинформационное картографирование; атрибутивная база данных; территориальное распределение земель.

AGRICULTURAL LAND GEOINFORMATION MAPPING BY SATELLITE IMAGES

B.N. Olzoev, O.V. Danchenko
Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article gives consideration to the features of agricultural land geoinformation mapping by satellite images. It focuses on the construction of spatial queries based on attributive and geographical criteria, and the analysis of the spectral properties of agriculturally used lands on satellite images. A conclusion is made on the spatial assessment of agricultural

[1]Олзоев Борис Николаевич, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел.: 89149270588, e-mail: olzoev@istu.edu
Olzoev Boris, Candidate of Geography, Associate Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy, tel.: 89149270588, e-mail: olzoev@istu.edu
[2]Данченко Оксана Владимировна, старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел.: 89148762575, e-mail: gor@istu.edu
Danchenko Oksana, Senior Lecturer of the Department of Mine Surveying and Geodesy, tel.: 89148762575, e-mail: gor@istu.edu

land distribution, which is one of the key factors in the economic development of the territory.
5 figures. 1 table. 14 sources.
Key words: satellite image interpretation; GIS mapping; attribute database; spatial land distribution.

Введение

Территориальное развитие региона основано на рациональном использовании земельных ресурсов. При этом повышается интерес к информации о земле как основы для планирования, развития и контроля естественных ресурсов. Для эффективного управления динамично развивающимися территориями необходимы достоверные и актуальные данные об объектах и процессах. Такими инструментами могут выступать земельно-информационные системы на геоинформационной основе, так как современные технологии накопления, обработки, отображения и распространения информации достигли полного созревания и внедрения в жизнедеятельность человека.

На всех уровнях управления территориями в России используется геопортал «Публичная кадастровая карта», предназначенный для оперативного и планового контроля земельных участков, состоящих на кадастровом учете. В области землеустроительного проектирования имеются картографические данные (топографические карты, планы, схемы, землеустроительные и кадастровые карты), аэрокосмосъемочные материалы, литературно-справочные источники, но их недостаточно для решения сложных задач территориального управления [6], поэтому необходимо наличие баз данных разнородной информации (геопространственной и семантической). Такое комплексное хранение информации возможно лишь при использовании геоинформационных технологий и информационных систем поддержки принятия решений по управлению территориями.

Основными факторами, влияющими на территориальное распределение земель, являются [2]:

– географическое положение, размеры природно-территориального комплекса.

– природно-климатические условия, складывающиеся в том или ином территориальном образовании.

Целью исследования является описание процесса геоинформационного картографирования территориального распределения сельскохозяйственных земель по космическим материалам.

Материал и методы исследования

Исходными материалами исследования стали мультиспектральные космические снимки территории исследования LandSat по состоянию на 19 августа 2004 г. и 21 августа 2010 г., топографические карты, кадастровые планы территории, материалы геопортала «Публичная кадастровая карта».

Теоретическими и методологическими основами являются труды российских и зарубежных ученых по использованию дистанционных материалов при картографировании земель и созданию географических информационных систем в землеустройстве.

В работе использовались следующие методы исследований: сравнительный анализ, метод автоматизированного дешифрирования снимков, картографический метод исследования (морфометрический анализ), геоинформационный метод картографирования.

Формирование атрибутивной базы данных

Без правильной организации информации невозможно построение эффективно действующей геоинформационной системы (ГИС). Хорошо подготовленная цифровая (электронная) карта является основой любой ГИС, но и смысловая, атрибутивная информация играет важную роль в системах прикладного назначения. В ряде случаев она даже важнее картографической составляющей, например в кадастровых системах [6].

Как современные программы ГИС-класса, так и системы управления базами данных (СУБД) предоставляют интуитивно понятные, легкие в освоении инструменты для манипулирования данными [14]. Электронные карты в векторном представлении имеют возможность показать кроме метрического описания объектов их атрибуты и семантические свойства, которые представлены в таблицах баз данных к объектам карт.

Атрибуты объектов электронной карты регламентированы программой «ГИС Карта 2011» [10; 13]. К атрибутам объекта относятся следующие характеристики: название слоя, номер слоя, название объекта, код объекта, номер объекта, код локализации, ключ объекта.

Кроме атрибутов объектов имеются индивидуальные характеристики объектов, называемые семантическими свойствами, т.е. качественные и количественные характеристика объектов [11]. Методические принципы смыслового значения картографических знаков изучает картографическая семантика как часть семиотики. В таблице показаны примененные семантические характеристики. Исходя из них можно предполагать наличие типов поля (символы, целое, десятичное) и текстовых файлов (прикрепляются к электронной карте).

Реляционная модель данных базируется на нескольких довольно простых принципах, в основе которых лежит понятие связи между различными атрибутами, отражающей отношения между объектами и их атрибутами (характеристиками) в реальном мире. Итак, чтобы информационное представление объектов можно было назвать «пространственным», к нему как минимум необходимо добавить атрибут, однозначно описывающий область пространства, в которой объект локализован. Добавление такого атрибута к обычной базе данных превращает ее в ГИС [11].

Задать подобные атрибуты можно, указав относительное или абсолютное положение объекта. В соответствии с этим можно определить две модели хранения пространственной информации: растровую (относительное положение) и векторную (абсолютное положение).

Семантические свойства объектов землеустроительных карт

Объект карты	Семантическое свойство
Населенные пункты	Наименование населенного пункта, численность населения
Автомобильные дороги	Ширина дороги и ее проезжей части, материал покрытия, начальный и конечный пункты
Реки	Название рек, скорость течения, протяженность, время ледостава и ледохода
Озера	Название озера, глубина, время ледостава и разрушения льда
Горизонтали, отметки высот и урезов воды	Абсолютная высота
Ямы, курганы, скалы-останцы	Относительная высота
Лесная и луговая растительность	Местоположение, типы почв
Сельскохозяйственные земли	Статус, кадастровая стоимость, адрес, вид собственности

Земельно-информационные системы

Проблемами, связанными с разработкой земельно-информационных систем (ЗИС), являются:

– отсутствие цифровой топографической основы, реально отображающей современное состояние территории,

– выбор и/или разработка программного обеспечения, реализующего поставленные перед автоматизированной системой управляющие задачи;

– высокая стоимость разработки и внедрения автоматизированных систем.

Как правило, необходимо наличие баз данных разнородной информации (геопространственной и семантической). Такое комплексное хранение информации возможно лишь при использовании геоинформационных технологий и информационных систем поддержки принятия решений по управлению территориями.

Технология создания проекта ЗИС Тайтурского сельского поселения Усольского района Иркутской области осуществляется в ГИС «Панорама» – основном инструменте при решении задач территориального распределения сельскохозяйственных земель.

Пример интерфейса проекта ЗИС представлен на рис. 1. Технология создания проекта ЗИС включает три этапа:

– проектирование структуры логической, физической и концептуальной модели ЗИС;

– создание и наполнение таблиц базы данных о состоянии земельного фонда района;

– создание пользовательских форм для работы с таблицами базы данных и электронными картами.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработка ЗИС позволит сформировать сведения о территории, регламентах ее использования, объектах недвижимости, транспортной и инженерной инфраструктуре, централизовать и упорядочить хранение и обновление информации об объектах, обеспечить доступ населения к открытым информационным ресурсам района.

Изучение социально-экономического состояния региона имеет большое практическое значение. Результаты исследований могут быть полезны органам власти и управления при разработке региональных концепций развития, необходимых для комплексного решения задач экономического и социального характера. Полученные электронные карты, характеризующие современное состояние, динамику и прогноз, целесообразно использовать для обоснования стратегических и тактических планов развития региона в целом и его административно-территориальных образований. Они позволяют оперативно реагировать на изменения социально-экономических процессов, своевременно корректировать структуру создаваемых банков данных [2; 6; 9].

Обработка космических снимков

Методика исследования территориального распределения земель по космическим материалам включает следующие этапы: цифровая обработка космических материалов, геопривязка космических снимков, синтезирование мультиспектральных изображений, автоматическая классификация мультиспектральных изображений космических снимков, дешифрование земель по космическому снимку, геоинформационное картографирование территориального распределения земель, создание цифровой топографической основы, формирование атрибутивной базы данных, создание ЗИС территориального распределения сельскохозяйственных земель Усольского района Иркутской области.

Рассмотрим графики распределения яркости сельскохозяйственных угодий, в которых в синем и среднем инфракрасном канале снимка наблюдается наибольшая яркость (рис. 1): это свидетельствует том, что грунт на сельхозугодиях имеет высокую влажность и температуру [1; 3–5].

Возможность использования космических снимков имеет неоднозначное решение для тематического картографирования. Это связано с наложением информации из двух обучающих выборок (рис. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализируем результаты использования материалов пользовательской ГИС территориального распределения земель Тайтурского сельского поселения Усольского района Иркутской области, которые делятся на следующие группы:

- картографические материалы;
- табличные данные;
- космические материалы;
- трехмерные модели.

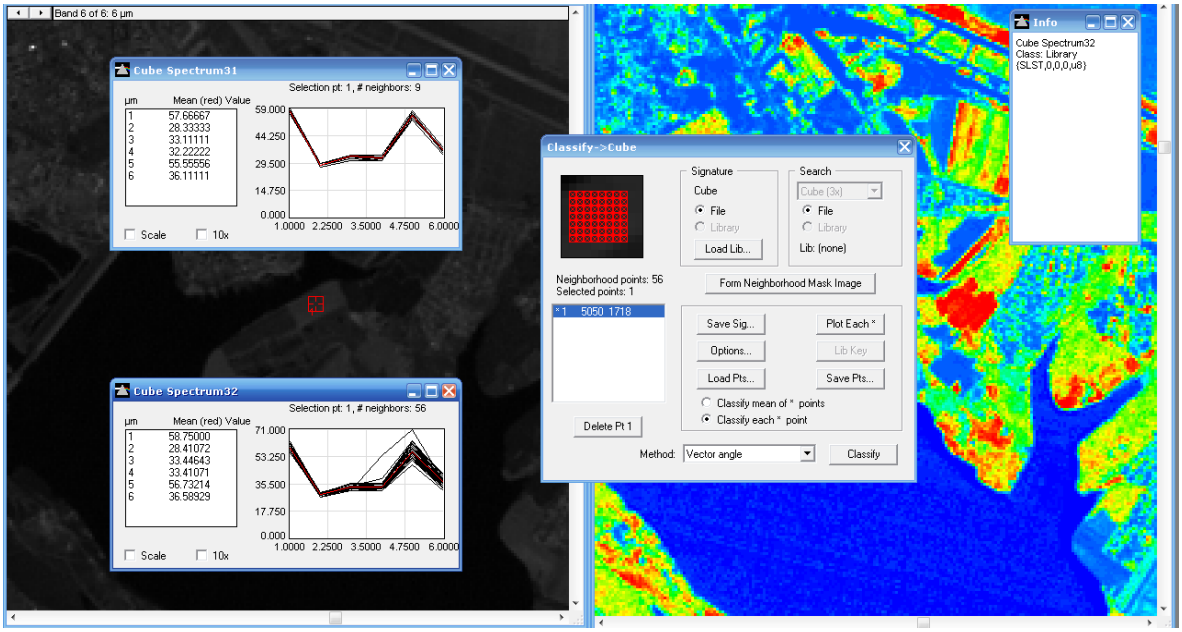

Рис. 1. Графики спектральных яркостей сельскохозяйственных угодий в разных точках территории

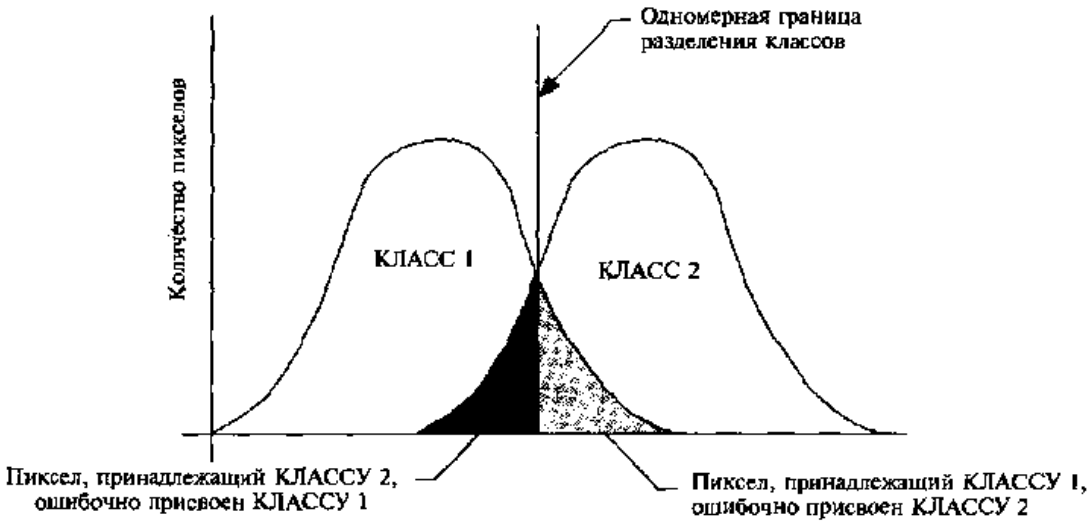

Рис. 2. Схематическое представление наложения информации из двух обучающих выборок

К картографическим материалам относятся карты пространственного распределения сельскохозяйственных земель по состоянию на 2004 и 2010 гг., карты изменений пространственного распределения сельскохозяйственных земель с 2004 по 2010 гг., результаты векторизации сельскохозяйственных земель космических снимков по состоянию на 2004 и 2010 гг. При создании карты пространственного распределения сельскохозяйственных земель и их изменений использовалась программа MapInfo Professional, базирующаяся на методе взвешенной интерполяции IDW (Inverse distance weighting) – методе обратных взвешенных расстояний (рис. 3, 4) [14]. На рис. 4 приведена карта пространственного распределения земель.

Алгоритм IDW-интерполяции (взвешенной усредненной оценки) применяется к весьма неравномерно меняющимся исходным данным. Для таких типов данных возможно вычисление локального значения, которое не выводится статистически из исходных величин, но отражает закономерность размещения находящихся вблизи исходных значений. При IDW-интерполяции учитываются значения во всех исходных точках, лежащих в пределах заданного радиуса поиска вокруг узла сети (или указанном подмножестве). Значение признака в узле сети представляет собой сумму значений в исходных точках, взятых с различными весами (коэффициентами). Чем дальше базовая точка лежит от узла сети, тем меньше ее влияние на значение в этом узле.

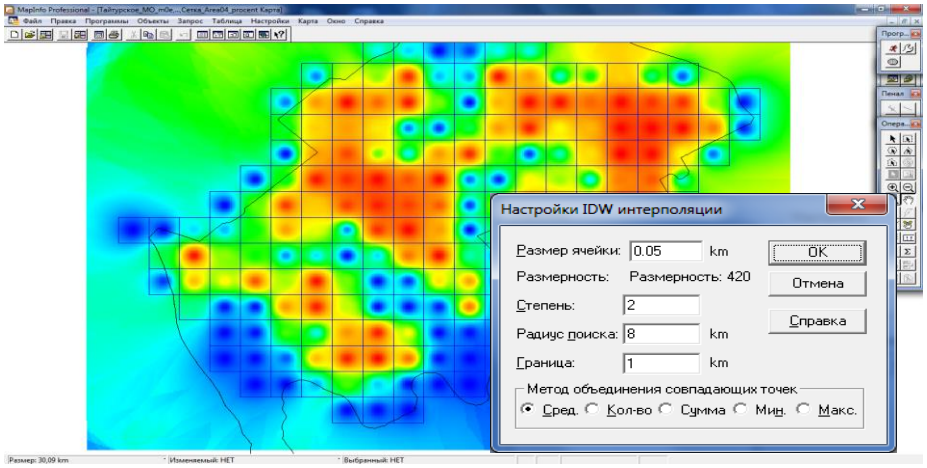

Рис. 3. Регулярная интерполяционная сетка

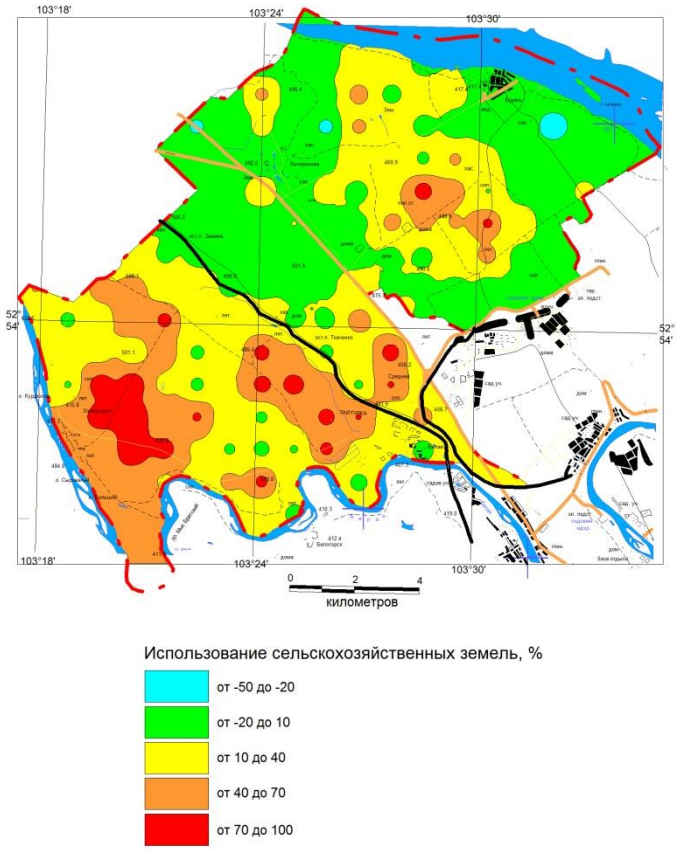

Рис. 4. Карта изменений пространственного распределения сельскохозяйственных земель с 2004 по 2010 гг.

Табличные данные хранятся в форматах файлов *.dbf. Управление файлами базы данных осуществляется администратором базы данных. При этом решаются следующие основные задачи:

– обеспечение оптимального режима использования земель отдельных частей планируемой территории, соблюдения нормативов и проектных решений в части размещения землепользователей;

– сохранение и восстановление природных и культурных ландшафтов.

Создание карты пространственного распределения сельскохозяйственных земель основано на построении пространственного запроса при расчете показателей изменений использования земель.

Программа «ГИС Карта 2011» позволяет [10]:

– создавать списки выделенных объектов в виде отдельных файлов с целью выполнения оверлейных операций (пересечения, объединения или разделения полигонов);

– загружать внешние базы данных к объектам электронной карты через специальные модули программы;

– строить трехмерные модели по значениям горизонталей с отображением элементов векторной карты с целью построения зоны осушения увлажненных участков и затопления пониженных районов, а также производить расчет площадей этих зон;

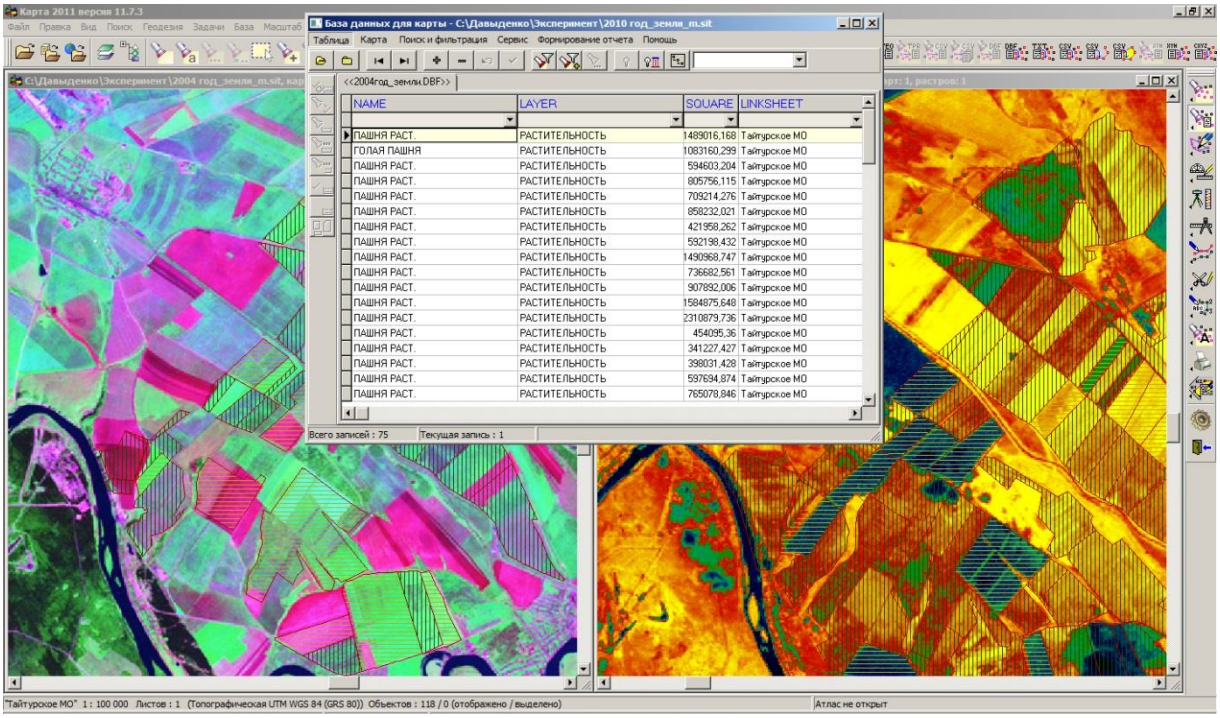

Рис. 5. Пространственная и атрибутивная базы данных территориального распределения земель Тайтурского сельского поселения

– выполнять запросы или поиск интересующей исполнителя информации, которая имеется в объектах карты.

На рис. 5 представлены результаты совместного представления космических материалов, цифровых карт и таблиц земель.

Заключение

Территориальное распределение земель является одним из определяющих факторов при экономическом развитии района, так как имеет исторические, экономико-статистические, картографические и космические предпосылки при его изучении и основано на создании карты пространственного распределения сельскохозяйственных земель по состоянию на 2004 и 2010 гг., карты изменений пространственного распределения сельскохозяйственных земель, которые служат источником для работы с пользовательской ГИС территориального распределения земель района. Важным условием реализации таких результатов является внедрение проектов геоинформационных систем обеспечения мониторинга земель.

При использовании метода контролируемой классификации необходимы полевые работы, направленные на однозначное описание типа объекта или местности (подготовки эталона дешифрирования) [7; 8], которые способствуют получению новых знаний по спектральной информации космических снимков, особенно для тематического картографирования сельскохозяйственных земель, обеспечивающемуся за счет разделения эталонной области на участки. Основой для развития информационно-картографической модели территории Тайтурского сельского поселения является проект пользовательской ГИС территориального распределения сельскохозяйственных земель.

Таким образом, разработка проекта пользовательской ГИС территориального распределения сельскохозяйственных земель позволяет сформировать сведения о территории, централизовать и упорядочить хранение и обновление информации об объектах.

Статья поступила 12.11.2014 г.

Библиографический список

1. Жиляков Е.Г. О дешифрировании земной поверхности по космическим снимкам // Научные ведомости БелГУ. История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. № 13-1. С. 144–151.
2. Земельный фонд Российской Федерации // Федеральный портал Protown.ru [Электронный ресурс]. URL: http://protown.ru/information/hide/2633.html
3. Кравцов С.Л. Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов). Минск: Изд-во ОИПИ НАН Беларуси, 2008. 256 с.
4. Кравцова В.И. Изображение Земли из космоса: примеры и применения. М.: Изд-во ООО Инжен.-техн. центра «Скайнекс», 2005. 100 с.
5. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учеб. пособие. М.: Аспект Пресс, 2004. 184 с.
6. Малыгина О.И. Разработка земельно-информационной системы на территорию субъекта Российской Федерации: автореф. дис. … канд. техн. наук: 25.00.26 Новосибирск, 2010. 22 с.
7. Никитина (Шевчук) Ю.Г., Олзоев Б.Н. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам на примере острова Ольхон // Вестник ИрГТУ. 2014. № 2 (85). С. 67–74.
8. Программный комплекс ENVI: учеб. пособие. М.: Изд-во

Компания «Совзонд», 2012. 308 с.
9. Пронин В.П. Семенова Е.Ю. Космические методы экологического мониторинга // Астронет [Электронный ресурс]. URL: http://www.astronet.ru/db/msg/1197730/40.html
10. Профессиональная ГИС карта 2011 // ГИС панорама [Электронный ресурс]. URL: http://www.gisinfo.ru/products/map2008_prof.htm
11. Самардак А.С. Геоинформационные системы. Владивосток: Изд-во ДвГУ, 2005. 123 с.
12. Спектральная отражательная способность природных объектов // Институт космических исследований Space Research Institute [Электронный ресурс]. URL: http://www.iki.rssi.ru
13. Хлебникова Т.А. Создание цифровых карт и планов средствами ГИС «Панорама»: учеб.-метод. пособие. Новосибирск: Изд-во СГГА, 2007. 125 с.
14. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии // Нефть – Газ. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: http://www.info.oglib.ru/bgl/6749/100.html

УДК 622.831

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД КОНЕВИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖЕНИЯ

© А.С. Сафьянов[1], Е.Л. Сосновская[2]
Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты исследований геомеханических условий горного массива Коневинского золоторудного месторождения: физико-механические свойства пород и руд, первоначальные напряжения, тектоническая нарушенность и криогенное состояние массива горных пород. Данные геомеханических условий планируется использовать для расчетов параметров подземной геотехнологии на руднике.
Ил. 2. Табл. 5. Библиогр. 3 назв.
Ключевые слова: золоторудные месторождения; физико-механические свойства горных пород; напряженное состояние массива горных пород; мерзлота, трещиноватость, обводненность горных пород.

GEOMECHANICAL CONDITIONS OF THE KONEVINSKOE GOLD DEPOSIT ROCK MASSIF

A.S. Safianov, E.L. Sosnovskaya
Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article reports on the results of studying the geomechanical conditions of the Konevinskoe gold mine deposit: physical and mechanical properties of rocks and ores, natural stresses, tectonic fractures and cryogenic state of the rock massif. The data of geomechanical conditions will be used to calculate the parameters of underground geotechnologies.
2 figures. 5 tables. 3 sources.
Key words: gold ore deposits; physical and mechanical properties of rocks; stress state of rocks massifs; permafrost; rock fracturing; water content of rocks.

В Республике Бурятии недалеко от районного центра п. Орлик находится Коневинское золоторудное месторождение (рудник Хужир). На месторождении ведется разработка крутопадающих жил малой мощности (0,8–1,2 м) системами с открытым выработанным пространством. Глубина горных работ достигла 250–300 м. Ниже разведанных горизонтов золотоносность структуры прослеживается еще на 300 м. В настоящее время планируется доразведка запасов с целью их последующей отработки.

Рудные тела залегают в устойчивых и умеренно устойчивых породах, в основном, гранодиоритах. Угол падения рудных тел составляет 70–85º. Рудные тела линейные, выдержанные по падению с небольшими плавными изгибами с отклонением от основного направления не более 10–15º. Рудные тела приурочены к разрывным нарушениям северо-западного Сайлагского простирания на пересечении ими широтного дайкового пояса вулкано-тектонической структуры. Морфологически зоны выражены рассланцеванием пород, сопровождающимся их березитизацией и окварцеванием. Характерной особенностью промышленных рудных тел Коневинского месторождения является их переход, как по простиранию, так и по падению, в маломощные рудные убогосульфидные прожилки и системы прожилков и наоборот.

В районе месторождения повсеместно распространены многолетнемерзлые породы. Температура пород в подземных горных выработках колеблется от -3 до -5ºС. Их сезонное оттаивание происходит до глубины 1,5–2,0 м, а на склонах северной экспозиции не превышает 0,5 м. Уровень многолетнемерзлых пород находится на глубине от 250 до 400 м от дневной поверхности.

[1]Сафьянов Александр Сергеевич, аспирант, тел.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu.
Safianov Alexander Postgraduate, tel.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu
[2]Сосновская Елена Леонидовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, тел.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu
Sosnovskaya Elena, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Mineral Deposit Development, tel.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu