Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2023.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/04NZVN223.pdf

Ссылка для цитирования этой статьи:
Абедрабу Ахмад, А. Н. Мониторинговое картографирование городской застройки на основе материалов дистанционного зондирования / А. Н. Абедрабу Ахмад, И. В. Носков // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/04NZVN223.pdf

For citation:
Abedraboo Ahmad A.N., Noskov I.V. Monitoring mapping of urban development based on remote sensing materials. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 04NZVN223. Available at: https://esj.today/PDF/04NZVN223.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

Абедрабу Ахмад Абдель-Фаттах Нимр
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, Россия
Аспирант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»
E-mail: eng_ahmad1993@yahoo.com

Носков Игорь Владиславович
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, Россия
Заведующий кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: noskov.56@mail.ru

Мониторинговое картографирование городской застройки на основе материалов дистанционного зондирования

Аннотация. Данная работа посвящена мониторинговому картографированию городской застройки в геоинформационной среде на основе данных дистанционного зондирования Земли. В настоящее время, в условиях существенного изменения принципов земельных отношений и обострения экологических проблем, в Палестине возрастает роль оценки экологического состояния, мониторинга земель и мониторингового картографирования в информационном обеспечении управления земельными ресурсами и охраны земель. Известно, что наиболее резко проявляются изменения в состоянии именно городских земель, и становится очевидной необходимость регулярных наблюдений за землями населенных пунктов и периодической оценки их состояния. Разработка теоретических основ оценки, мониторинга и защиты городских территорий, совершенствование их методов и проведение прикладных исследований являются достаточно актуальными и практичными для рационализации землепользования и реального улучшения экологической ситуации в городах. Таким образом, с целью наблюдения за изменениями городских земель Палестины, рационально выполнение картографирования изменения состояния земель с помощью данных дистанционного зондирования Земли. В данной работе авторами составлены и проанализированы карты городской застройки Иерихона на 1997, 2006 и 2017 гг. с помощью данных дистанционного зондирования. Особое внимание уделено решению двух методологических вопросов картографирования — выбор исходного материала и классификация ландшафта картографируемой территории на природно-территориальные комплексы, на основе автоматически вычисленных значений вегетационного индекса в геоинформационной среде. Созданные карты сопровождены сводной статистической таблицей, отображающей площади природно-территориальных комплексов картографируемой территории. На основе полученных данных сформированы частные изменения ландшафта.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; мониторинг земель; динамика городской застройки; NDVI; карты изменения состояния городских земель; Иерихон

Картографические материалы разрабатываются для лучшей визуализации результатов мониторинга земель и визуализации многомерного пространственного распределения состояния земель. Вопросами изучения мониторингового картографирования тесно связаны работы [1–10]. Вопросы мониторинга картографирования систем, созданных человеком, рассматриваются отдельно в трудах [11–12]. Подробно разработаны рекомендации по составлению карт для землепользования города[1] [13]. Комплект карт оценки качества земель предложен применительно к городским условиям[2] [14].

По результатам мониторинга земель города Иерихон в геоинформационной среде с помощью данных дистанционного зондирования, подготовлены карты фактического изменения городской застройки в виде ареалов с фактическим состоянием земель в промежутке 9–10 лет. Эти карты можно отнести к картам изменения состояния городских земель и типу учётных (констатационных) карт [14]. Также сформированы частные изменения ландшафта.

В целях визуализации пространственного распределения показателей годовой динамики городской застройки по территории Иерихона была подготовлена серия из трех соответствующих карт городской застройки.

При составлении этих карт, помимо прочего, необходимо было решить два важных методологических вопроса: выбор исходного материала и классификация ландшафта картографируемой территории на природно-территориальные комплексы.

Стоит отметить, что все фотоснимки и изображения, предназначенные для аэрокосмических программ, анализируются, упорядочиваются и сохраняются соответствующим образом. Например, в США и России именно правительства создают фото- и видеоархивы, которые содержат имеющиеся информационные данные. Earth Resources Observation Systems Data Center (EROS) считается одним из самых крупных архивов в США. Этот архив находится в распоряжении Министерства внутренних дел и содержит около 5 млн аэрофотоснимков и около 2 млн спутниковых изображений, сделанных преимущественно со спутника «Лендсат». Кроме того, EROS включает копии всех аэрофотоснимков и снимков поверхности Земли, полученных из космоса. Все копии находятся в Национальном управлении по аэронавтике и исследованию космического пространства «NASA». Любой пользователь сети Интернет может получить доступ к данной информации. Кроме того, различные военные и разведывательные организации имеют доступ к материалам, в том числе, фото- и видеоархивам.

Проведение анализа является самым главным этапом дистанционного зондирования. Анализ может быть произведен либо зрительно, либо различными зрительными способами, в дополнение к использованию компьютерных технологий, которые помогают осуществить анализ полностью или частично. Последние два случая предполагают анализ информации при помощи цифровых методов. На первых порах исследования в области анализа информации, результаты которых были получены вследствие дистанционного зондирования, проводились при помощи визуального изучения специальных фотоснимков с воздуха или применения стереоскопа и наложения изображений с целью формирования полноценной стереомодели.

---

[1] Лебедев П.П. Научные основы картографического обеспечения системы земельного кадастра: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук / ГУЗ. — М., 2002. — 56 с.

[2] Сизов А.П. Мониторинг и охрана городских земель: Учеб, пособ. — М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. — 264 с.

Изображения зачастую получаются черно-белыми и цветными, иногда черно-белыми и цветными в ИК-лучах, однако иногда они могут быть и многозональными. Информация, получаемая в результате аэрофотосъемки, предназначается для геологов, географов, агрономов и картографов. Аэрофотоснимок изучается ученым в специальной лаборатории с целью его анализа и извлечения данных, чтобы впоследствии заполнить базовую карту полученной информацией и выделить районы, необходимые для посещения в ходе полевых работ. По окончанию полевых работ ученый просматривает фотоизображения, дает им соответствующую оценку и делает выводы, к которым он пришел в ходе проведения полевых съемок. На основе полученной информации и данных исследователь приступает к оформлению карты. При помощи такого способа происходит подготовка публикации различных карт: геологических и топографических, карт землепользования, лесов, почв и посевов. Многие ученые мира, в том числе геологи, регулярно проводят различные лабораторные и полевые исследования спектральных свойств изменений, которые происходят в природе, человеческой цивилизации и на Земле, в целом. Методы и способы, которые были выведены в ходе исследований, в настоящее время применяются в конструкции многоспектральных сканеров MSS, расположенных на самолетах и космических аппаратах. На борту искусственных спутников Земли «Лендсат 1, 2 и 4» находились сканеры MSS с четырьмя спектральными полосами. Первая полоса была длиной от 0,5 до 0,6 мкм (зеленая); длина второй составляла от 0,6 до 0,7 мкм (красная); третья полоса — от 0,7 до 0,8 мкм (ближняя ИК) и четвертая — от 0,8 до 1,1 мкм (ИК). Однако спутник "Лендсат 3" оснащен полосой от 10,4 до 12,5 мкм. На шаблонных сложных фотоснимках, при наложении метода искусственного тонирования и применения сканера MSS, проявляются первые, вторые и четвертые полосы в совокупности с синим, зеленым и красным фильтрами соответственно. На спутнике "Лендсат 4", который обладает модернизированным сканером MSS, находится тематический картопостроитель, снимающий изображения в семи полосах спектра. Три полосы можно получить в изображении видимого излучения, одну — в ближней ИК-области, две — в средней ИК-области и еще одну — в тепловой ИК-области. В отличие от спутника «Лендсат», где применялся лишь сканер MSS, это новое модернизированное устройство позволяет получить улучшенное пространственное разрешение, длина которого достигает 30 м. По причине того, что чувствительные датчики спутников не рассчитаны для стереоскопической съемки, выделить повторяющиеся характерные черты и закономерности в рамках отдельного изображения возможно лишь только при применении метода спектральных различий. Сканеры MSS способны дифференцировать пять всеобъемлющих видов поверхности Земли, среди которых: вода, снег, лед, растительность, горные породы и почва, а также все объекты, созданные человеком. Любой специалист, при наличии должных знаний и определенного опыта в изучаемой сфере, способен проводить анализ и интерпретацию изображения, которое было сфотографировано в одной полосе спектра, единой широты. Например, черно-белый аэрофотоснимок, у которого зачастую можно видеть излучения с длиной волны от 0,5 до 0,7 мкм, что совпадает с зеленой и красной областями спектра. С каждым годом глаза человека подвергаются все большему давлению, в связи с возрастанием числа новых спектральных полос, в результате чего глаза теряют способность проводить различие между свойствами схожих оттенков в различных участках спектра. Таким образом, например, фотоснимок, снятый при помощи спутника "Лендсат" и сканера MSS в полосе 0,5–0,6 мкм, содержит около 7,5 млн пикселей (элементов изображения). Каждый из элементов может иметь до 128 различных оттенков серого в пределах от 0 (черный цвет) до 128 (белый цвет). Если сопоставить два фотоснимка со спутника «Лендсат» одной и той же местности, то количество пикселей будет достигать 60 млн. Так, любое изображение, сфотографированное спутником "Лендсат 4" и отредактированное картопостроителем, может включать в себя более 227 млн пикселей. Следовательно, можно сделать вывод, что анализ таких фотоснимков невозможен без использования компьютеров.

Компьютерные технологии позволяют совершать анализ фотоснимков и сравнивать значения шкалы серого, а именно, диапазон дискретных чисел для каждого пикселя изображения, которые были сделаны в один промежуток времени, либо в разное время. Особые характерные черты подразделяют на определенные категории в системах анализа фотоснимков для оформления тематической карты той или иной области земли. Новые технологические разработки, а именно, ультрасовременные приборы, способные передавать качественное изображение, на цветном мониторе показывают определенное количество спектральных полос, полученных в результате работы спутника в сочетании со сканером MSS. При этом необходимо закрепить подвижный курсор на одном из пикселей или матрице пикселей, которые расположены внутри определенного объекта, например, озера. Компьютер выступает связующим звеном всех четырех MSS-полос, систематизируя различные части фотоснимка, сделанного спутником, и такое изображение отличается наличием схожего набора численных данных. Следующим этапом является выделение участков «воды» цветным шифром на мониторе, чтобы затем оформить карту, на которой будут отмечены и показаны все озера (водоемы) на снимке, сделанном спутником. Такой способ называют регулируемой классификацией, и он помогает проводить систематизацию всех фрагментов анализируемого изображения. В добавление к этому, можно определить все самые распространенные виды земной поверхности. Компьютерные технологии позволяют с легкостью представить схемы классификации, несмотря на то, что окружающий нас мир имеет сложную структуру. Так, вода отличается наличием нескольких спектральных свойств. Одна такая схема может включать водоемы различного типа. Они могут быть как чистыми, так и грязными, как глубоководными, так и мелководными. Зачастую, поверхность водоемов может быть частично покрыта водорослями или льдом. Каждый из таких снимков отличается способностью отражать спектры, т. е. обладает собственной цифровой характеристикой. Модель нерегулируемой систематизации применяется в системе интерактивного анализа цифрового фотоснимка «IDIMS». «IDIMS» механически определяет каждый пиксель в одну из немногих категорий. Затем проводится компьютерная систематизация аналогичных категорий (например, пять или шесть водных категорий), которые формируются в единое целое. Большинство участков поверхности Земли отличается сложностью спектров, в связи с чем исследователи сталкиваются с трудностью в определении различий между двумя или более изображениями. Так, по фотоснимкам со спутника можно определить, что на нем изображена дубовая роща, однако, на самом деле это может быть и кленовая роща, что практически невозможно различить, только если не находиться на земле. Если рассматривать дуб и клен с точки зрения их спектральных свойств, то они принадлежат к широколиственным породам. Разрешение MSS-снимка можно сделать более высоким путем применения алгоритмов компьютерной обработки, что значительно будет отличать такие изображения от стандартных.

Первый методологический вопрос — выбор *исходного материала.* В качестве вариантов такого объекта рассматривались крупномасштабные топографические карты, снимки Google Earth, национальные геопорталы. Конечный выбор — данные LandSat, выгруженные на сайте Геологической службы США.[1] Поиск нужных космических материалов осуществляется с помощью инструментов Glo Vis и USGS Earth Explorer. Glo Vis — инструмент просмотра глобальной визуализации USGS (Global Visualization Viewer), онлайн-поиска и заказа для выбранных данных дистанционного зондирования. USGS Earth Explorer является аналогичным инструментом GloVis в том, что пользователи ищут каталоги спутников и снимков. В отличие от Glo Vis, данный инструмент предоставляет дополнительные возможности: загрузка данных по хронологическим графикам, широкий диапазон заданных критериев поиска и длинный список космических снимков (рис. 1).

Для поиска снимка была указана исследуемая территория (Address/Place), интересующий период времени (Data Range), вид спутника (Data Sets), дополнительные условия, такие как, допустимая облачность (Cloud Cover), индикатор дня/ночи и др. В окне Results появился список снимков, которые соответствуют заданным условиям поиска (рис. 2).

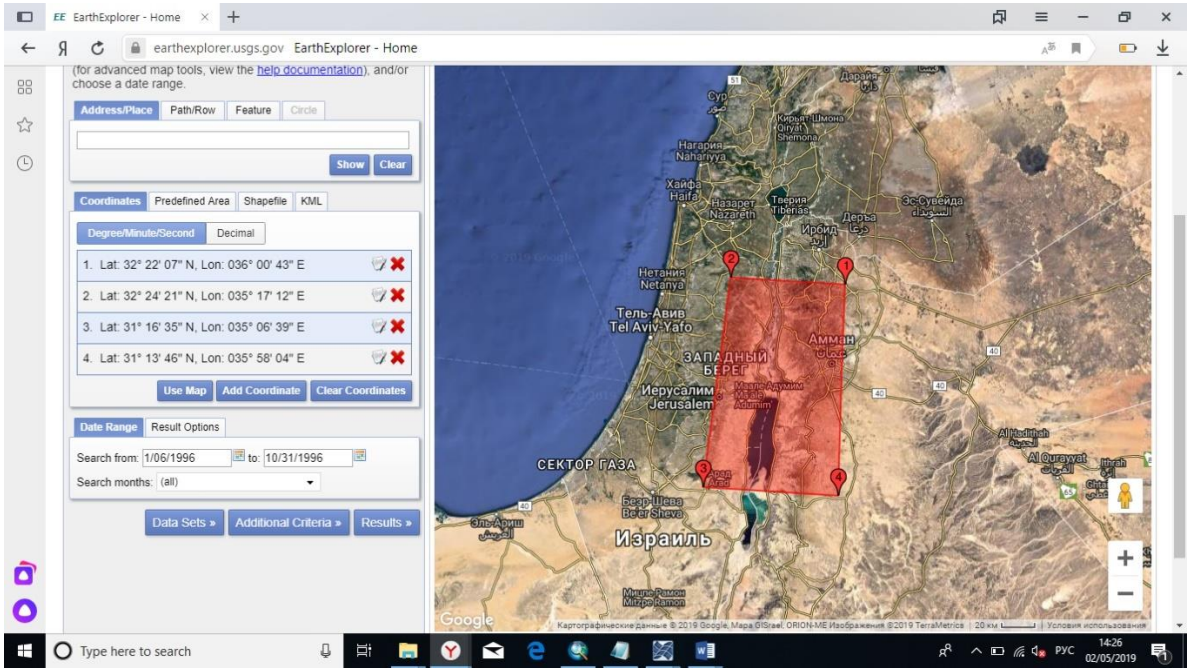


Рисунок 1. *Интерфейс Earth Explorer с выбранной картографируемой территорией (составлено автором)*

Рисунок 2. *Окно Results (составлено автором)*

В этом окне отображаются превью снимка, название сцены (ID), дата съёмки (Asquisition Date), столбец и колонка (квадрат) данного снимка (Path и Row), инструменты отображения.

Загруженный файл представляет собой архив с расширением «tar.kz», в котором содержатся снимки по всем каналам (файлы формата «.tiff») и txt-файл с метаданными. Архив имеет большой размер, обычно до гигабайта.

На самом деле, файл GeoTIFF — это несжатые космоснимки, сохраненные отдельно по каналам. Эти данные используются для прикладных задач.

Далее, в ходе выполнения работ, необходимо было решить второй важный методологический вопрос — классификация ландшафта картографируемой территории на природно-территориальные комплексы, который был связан с различным разбросом значений вегетационного индекса NDVI в ходе анализа космоснимков в программном обеспечении ENVI версии 5.3. Данный программный комплекс, разработчиком которого является ITT Visual Information Solutions (США), был выбран для первичной обработки и подготовки космических снимков.

Распознавание информации включает дешифрирование, индикацию и экстраполяцию результатов дешифрирования.

Следует отметить, что методика дешифрирования предусматривает применение традиционно визуальных методов и автоматизированного дешифрирования. Изображение дешифрируется при помощи набора следующих признаков: фотометрические, которые фиксируют различия спектрально отражательной способности (тон, цвет); морфологические, передающие вид объекта, величину тени, рисунок с его структурой и текстурой; стереометрические — определяют высотные параметры. При дешифровке — в отсутствие прямых признаков — с помощью косвенных признаков можно определить, изображен ли объект на снимке, а также характеристику данного объекта. В качестве косвенных признаков используются характер рельефа и его формы, наличие и особенности гидрографической сети, типы почв, степень освоенности территории растительностью. Согласно характеристикам, выявленным при дешифровке, можно выделить ведущие жизненные формы растительности: древесную, полукустарниковую и кустарниковую, травянистую, степную, лишайниковую, моховую.

Переходы жизненных форм многообразны, смена растительных сообществ тесно связана с характером и условиями местообитаний, антропогенным влиянием. Древесная растительность изображается на аэроснимках четко, и границы ее определяются точно. Леса различного состава имеют зернистый рисунок изображения, тем более отличающийся формой, размером зерен, чем крупнее масштаб. От строения и размеров крон, а также от плотности леса зависят форма и размер зерен изображения лесов.

Во время процесса дешифрирования кустарниковой растительности наиболее важными являются косвенные признаки. Как правило, они включают: знание и учет особенностей и условий произрастания, размещения, а также расселения сообществ на конкретной территории. Например, в лесостепных и степных районах гидроморфные кустарники (ивняки) размещаются по низким поймам рек, западинам междуречий, вытягиваются полосами по прирусловым валам. Кустарники ксероморфного облика (кизильники, заросли арчи) расселяются по высоким террасам, их склонам, по выходам коренных пород. Тон изображения, зависящий от спектральных отражательных характеристик, максимально различается у растений разных экологических групп — мезофитов, ксерофитов, галофитов и др. Внутри каждой из групп тональные различия меньше. Для площади, занятой сообществом, тон изображения зависит от формы отдельных растений, характера их смыкания, ярусности, общего проективного покрытия. При разреженном строении на тон влияет спектральная яркость не только растительности, но и грунта. Наиболее однородное изображение свойственно моноценозам. Мозаичное распределение растений в сообществах и характер их комплексности могут

придавать изображению определенный рисунок (например, луговые сообщества, приуроченные к западинам, изображаются концентрическими кольцевидными полосами разного тона, соответствующими поясности луговых сообществ, обусловленной изменением увлажнения от центра к периферии). Решающее значение при дешифрировании растительных группировок имеет расположение в рельефе. Именно этот признак часто-позволяет разграничить разные виды, изображающиеся на снимке одинаковым тоном. Дешифрирование растительного покрова должно опираться на знание цикла развития растений и географических закономерностей их размещения. На черно-белых космических снимках основными дешифровочными признаками растительности являются тон, структура и текстура, а на цветных спектрозональных и многозональных космических снимках, дополнительными являются цвета и их оттенки. На таких снимках отчетливо дешифрируются контуры лесной растительности, вырубки, сельскохозяйственные угодья и другие категории объектов.

В ENVI, в модуль "Band Algebra" включены спектральные индексы, благодаря чему возможно автоматизировать процессы дешифрирования космических снимков. Для классификации городских земель был выбран индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

NDVI — вегетационный индекс, который представляет собой простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы, плотность растительности в определенной точке изображения, и рассчитывается как разница интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленная на сумму их интенсивностей [15].

Принято считать, что каждому значению NDVI соответствуют определённый тип объекта (табл. 1).

Таблица 1

Значения NDVI для различных природных объектов [15]

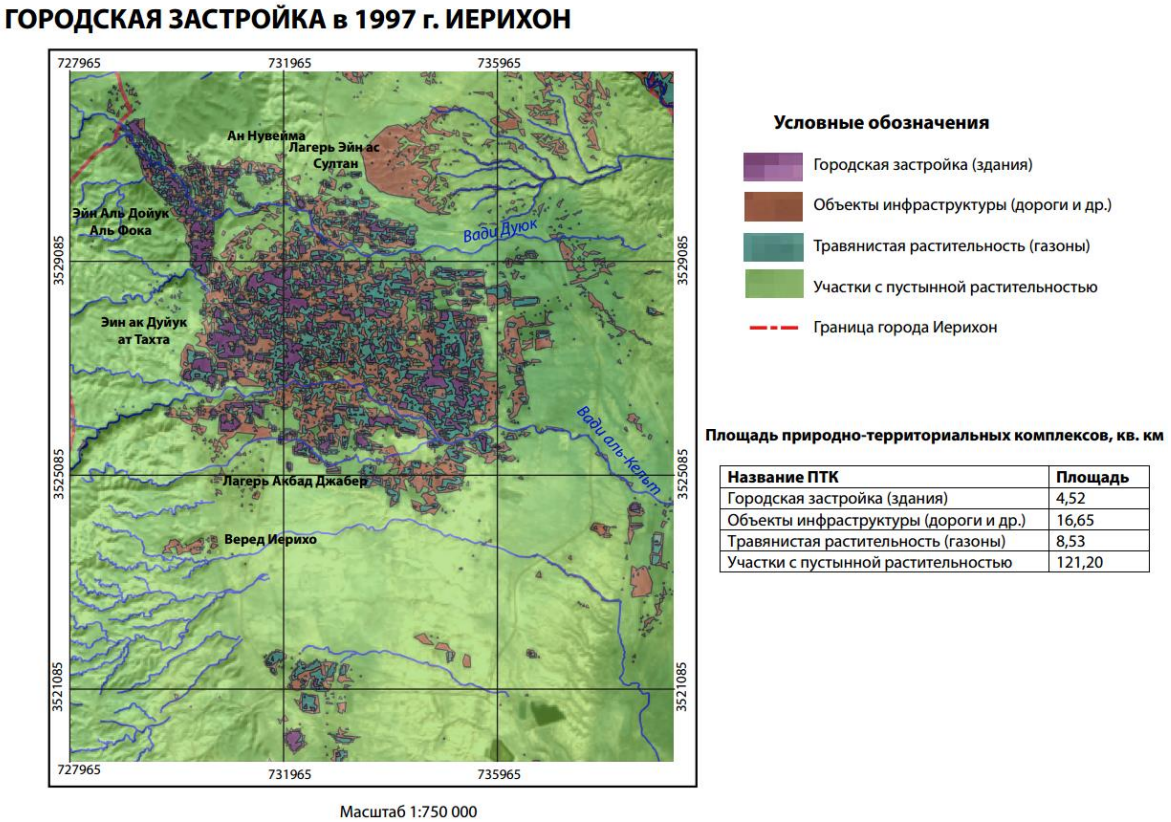
Тип объекта	Значение NDVI
Густая растительность	0,7
Разреженная растительность	0,5
Открытая почва	0,025
Облака	0
Снег и лёд	-0,05
Вода	-0,25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	-0,5

Составлено/разработано авторами

В ходе анализа применённого индекса NDVI с учетом географических особенностей территории было определено, что на картографируемом районе NDVI до -0,5 соответствуют городской застройке (зданиям), от -0,3 до 0 объектам инфраструктуры (дороги и др.), от 0,1 до 0,2 — участкам с пустынной растительностью, от 0,3 до 0,5 — травянистой растительности (газонам). Таким образом, ландшафт картографируемой территории был разделен на четыре природно-территориальных комплекса в зависимости от значений NDVI: застройка, инфраструктура, пустынная и травянистая растительность.

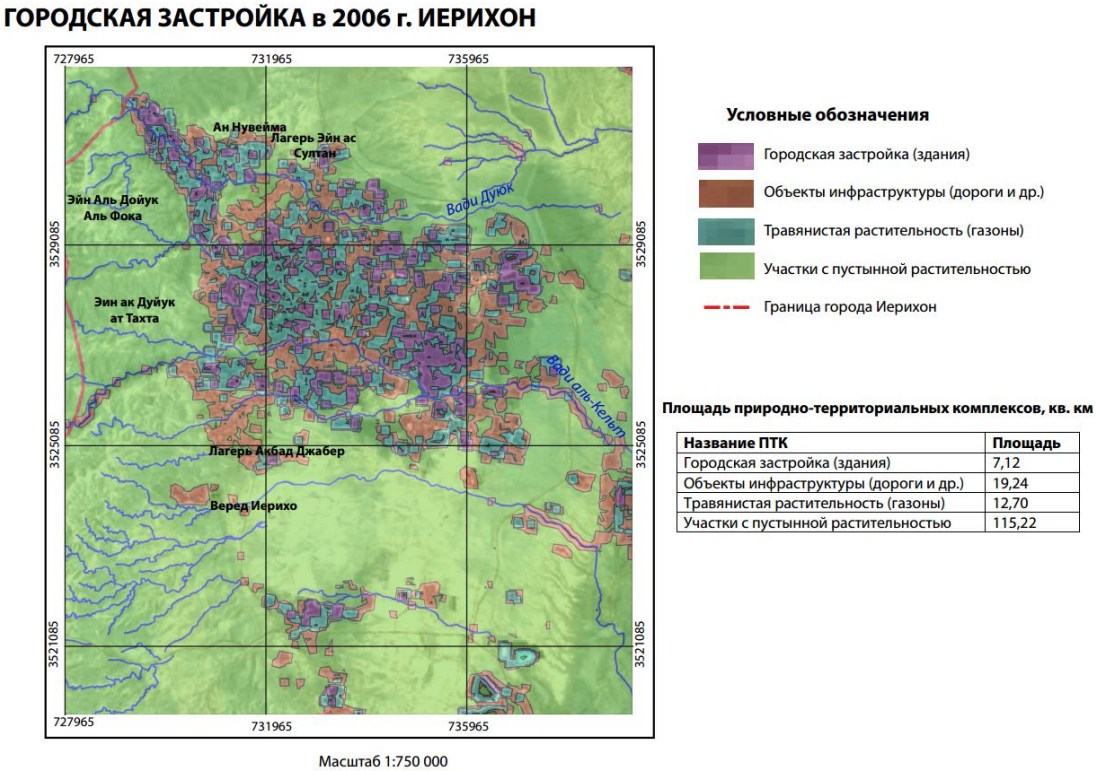
Следующие операции выполнялись в программном продукте ArcGIS. Первый шаг — классификация данных. Результатом данного действия является разделение растра на классы по заданным параметрам. Затем растровые районы с разным NDVI преобразовываются в векторные полигоны, они конвертируются в формат SHAPE для дальнейшей работы в MapInfo или QGIS с целью автоматического подсчёта площадей природно-территориальных комплексов и оформления карт.

На рисунках 3, 4 и 5 приведены карты состояния городской застройки за 1997, 2006 и 2017 гг. соответственно, подготовленные по результатам мониторинга земель г. Иерихон в геоинформационной среде.



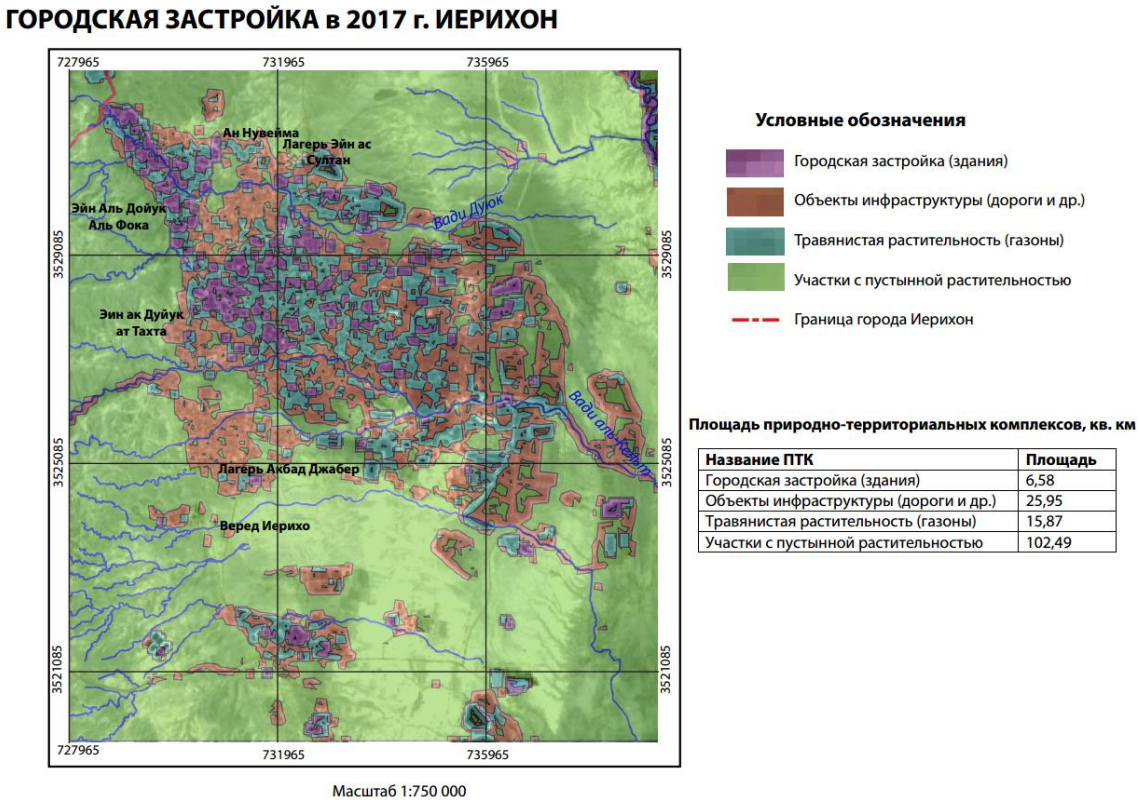
Название ПТК	Площадь
Городская застройка (здания)	4,52
Объекты инфраструктуры (дороги и др.)	16,65
Травянистая растительность (газоны)	8,53
Участки с пустынной растительностью	121,20

Рисунок 3. *Карта городской застройки Иерихона в 1997 г. (составлено автором)*



Название ПТК	Площадь
Городская застройка (здания)	7,12
Объекты инфраструктуры (дороги и др.)	19,24
Травянистая растительность (газоны)	12,70
Участки с пустынной растительностью	115,22

Рисунок 4. *Карта городской застройки Иерихона в 2006 г. (составлено автором)*



Название ПТК	Площадь
Городская застройка (здания)	6,58
Объекты инфраструктуры (дороги и др.)	25,95
Травянистая растительность (газоны)	15,87
Участки с пустынной растительностью	102,49

Рисунок 5. *Карта городской застройки Иерихона в 2017 г. (составлено автором)*

По итогам визуального анализа карт выявлена следующая динамика городского ландшафта картографируемой территории.

В период 1997–2006 гг. наблюдался быстрый рост городской застройки, в первую очередь, из-за проводимой политики развития государства Палестины с 1993 г. После образования государства, Иерихон был одним из первых городов, который стал быстро застраиваться. Однако постройка новых зданий замедлялась оккупацией Палестины Израилем с 1967 г. На данной территории проводилась политика разрушения строений (метод «дом под снос»). Кроме того, существовали ограничения на строительство домов в определенных районах, что повлияло на небольшое снижение темпов городского развития в период с 2006 года по 2017 год.

Политика разрушения зданий не повлияла на строительство инфраструктуры, поскольку в период с 1997 года по 2017 год участки инфраструктуры были расширены.

В связи с развитием города в 1997–2017 годах естественная растительность постепенно была заменена культурной (газоны), из-за чего анализ изменения площади территории показывает увеличение площади травянистых насаждений (газонов) за этот период и уменьшение пустынной растительности.

Для визуального анализа городской застройки карты дополнены элементами статистики — сводной таблицей, отображающей площади природно-территориальных комплексов (ПТК).

Таким образом, процессы, описанные в рамках среднесрочных и долгосрочных программ городского развития Палестины, должны быть изучены и нанесены на карту. Диагностику характеризуемых процессов в виде комплекса абсолютных и относительных показателей динамики ландшафта, включающего площади и доли земель, на которых в течение определённого отрезка времени происходили процессы застройки, разрушения, нарушения и благоустройства, следует осуществлять с применением оперативных данных дистанционного

зондирования, включая космическую информацию, а результаты диагностики отображать на картографических материалах.

Картографические методы визуального представления мониторинговой информации о состоянии стран являются весьма перспективными, как для анализа динамики земель, так и для оптимизации территориально-управленческих решений в области градостроительства и земельных отношений. Мониторинг картографирования земель должен разрабатываться как часть автономной картографической подсистемы, ориентированной на проблемы в системе мониторинга земель. Разработка таких работ отвечает потребностям общества в достоверной и научно обоснованной информации о состоянии стран, как важной составляющей природной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верещака Т.В., Митькова И.В. Научные основы и методика проектирования эколого-географических карт города // Геод. и картогр. — 1998. — № 12. — С. 20–29.
2. Богданов В.Л., Дмитриев В.В., Чистобаев А.И. Экологический мониторинг состояния городской среды Санкт-Петербурга // Изв. Рус. Геогр. об-ва. — 2000. — Т. 132. — Вып. 6. — С. 13–20.
3. Какарека С.В. Опыт крупномасштабного ландшафтного картографирования городов // Геогр. и прир. ресурсы. — 1999. — № 2. — С. 127–131.
4. Нови И.Н. Эколого-географическая оценка городской среды Таганрога // Геогр. и прир. ресурсы. — 2000. — № 4. — С. 153–155.
5. Пудовкина Т.А., Пурдик Л.Н. Зонирование территории по экологическому состоянию земель (на примере города Барнаула) // Геогр. и прир. ресурсы. — 2001. — № 3. — С. 44–50.
6. Хомич В.С., Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Кравчук Л.А. Комплексная оценка состояния городской среды // Геогр. и прир. ресурсы. — 2004. — № 4. — С. 29–36.
7. Воробьева И.Б., Коновалова Т.И. Наземные и дистанционные исследования загрязнения городов // Геогр. и прир. ресурсы. — 1998. — № 2. — С. 11–16.
8. Fried J.I. Groundwater pollution: theory, methodology, modelling and practical rules. Oxford — New York, 1975. — 330 p.
9. Jones R.L., Olson K.R. Fly Ash Use as a Time Marker in Sedimentation Studies. // Soil Science Society of America Journal. 1990 — Vol. 54 — P. 855–859.
10. Rabe R. Der Nachweis von Luftverunreinigungen und ihrer Wircungen durch Bioindkatoren [Обнаружение загрязнений воздуха и их экономические биоиндикаторы] / R. Rabe // Forum Stadte-Hygiene. — 1982. — V. 33. — P. 15–21.
11. Камышев А.П. Методы и технологии мониторинга природнотехнических систем Севера Западной Сибири / Под ред. Ревзона А.Л. — М., 1999. — 230 с.

12. Ревзон А.Л. Картографирование состояния геотехнических систем. — М.: Недра, 1992. — 223 с.

13. Лебедев П.П., Раклов В.П. Теория и методы кадастрового картографирования с применением ГИС. — М.: Изд-во ГУЗ, 2001. — 127 с.

14. Сизов А.П. Оценка качества и мониторинг земель сверхкрупного города (на примере Москвы): Монография. — М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. — 242 с.

15. Братков В.В., Атаев З.В. Вегетационные индексы и их использование для картографирования горных ландшафтов российского Кавказа // APRIORI. Серия: естественные и технические науки. № 1, 2017 — 6 с.

Abedraboo Ahmad Abdel′-Fattakh Nimr
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
E-mail: eng_ahmad1993@yahoo.com

Noskov Igor Vladislavovich
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
E-mail: noskov.56@mail.ru

Monitoring mapping of urban development based on remote sensing materials

Abstract. This work is devoted to monitoring mapping of urban development in the geoinformation environment based on remote sensing data of the Earth. Currently, in the context of a significant change in the principles of land relations and the aggravation of environmental problems, in Palestine, the role of environmental assessment, land monitoring and monitoring mapping in the information support of land management and land protection is increasing. It is known that changes in the condition of urban lands are most sharply manifested, and it becomes obvious that there is a need for regular observations of the lands of settlements and periodic assessment of their condition. The development of theoretical foundations for assessing the condition, monitoring and protection of urban lands, improving their methods, conducting applied research seem to be quite relevant and practically significant for the regulation of land use and the real improvement of the ecological situation in cities. Thus, in order to monitor changes in the urban lands of Palestine, it is rational to perform mapping of changes in the state of lands using remote sensing data.

In this paper, the authors compiled and analyzed maps of Jericho's urban development for 1997, 2006 and 2017 using remote sensing data. Special attention is paid to solving two methodological issues of mapping — the choice of source material and the classification of the landscape of the mapped territory into natural-territorial complexes based on automatically calculated values of the vegetation index in the geoinformation environment. The created maps are accompanied by a summary statistical table showing the areas of natural-territorial complexes of the mapped territory. On the basis of the obtained data, particular changes in the landscape are formed.

Keywords: remote sensing of the Earth; land monitoring; dynamics of urban development; NDVI; maps of changes in the state of urban lands; Jericho