

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

2022, №2, Том 14 / 2022, No 2, Vol 14 <https://esj.today/issue-2-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/07NZVN222.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Абедрабу, А. А.-Ф. Н. Геомониторинг динамики изменения природной среды г. Иерихона в результате хозяйственной деятельности человека с использованием данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) / А. А.-Ф. Н. Абедрабу, И. В. Носков // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/07NZVN222.pdf>

**For citation:**

Abedraboo A.A.-F.N., Noskov I.V. Geomonitoring of dynamics of change of the environment of Jericho as a result of economic activity of the person with use of data of the remote sensing of the earth (RSE). *The Eurasian Scientific Journal*, 14(2): 07NZVN222. Available at: <https://esj.today/PDF/07NZVN222.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](mailto: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](mailto:noskov.56@mail.ru)

**Геомониторинг динамики изменения  
природной среды г. Иерихона в результате хозяйственной  
деятельности человека с использованием данных  
дистанционного зондирования земли (ДЗЗ)**

**Аннотация.** Статья посвящена современному методу геомониторинга динамики изменения природной среды в результате хозяйственной деятельности человека с использованием данных дистанционного зондирования земли на примере г. Иерихона (Палестина). Город получил славу «города пальм» из-за длинной дождливой весны и достаточно плодородной почвы. Английская экспедиция Джона Гарстенга установила, что город основан в дни неолита, еще до возникновения керамики. Его часто разрушали и отстраивали заново, и поэтому он считается древнейшим из всех городов Палестины. В статье описана история изучения изменения ландшафта города, его почвенного покрова с использованием данные дистанционного зондирования земли (Landsat). Для обработки космоснимков использовались программы ENVI 5.3 (коррекция и применение спектральных индексов), ArcGIS (первоначальное дешифрирование), MapInfo, QGIS (измерение площадей ландшафтов), с помощью модуля «Synthetic Color Images» проводились преобразования изображения серой шкалы в изображение синтетического цвета. В работе представлен алгоритм анализа изменения почвенного покрова г. Иерихона с 1997 года 2017 год в геоинформационной среде. В результате проведенных исследований выполнен анализ основных изменений ландшафта в г. Иерихоне, выявленных с помощью полученных результатов дистанционного зондирования земли.

**Ключевые слова:** геомониторинг; динамика; метод; ландшафт; анализ; программа; почвенный покров; природная среда; хозяйственная деятельность; дистанционное зондирование земли

Город Иерихон является одним из самых низко расположенных городов во всём мире. Он находится на 914 метров ниже Иерусалима, в 22 километрах от него [1]. Исторический анализ подразумевает начало культуры г. Иерихона около 8000 лет до н.э. Артефакты из архивов прибрежной культуры датируются 4600 годом до н.э. [2]. В одном из раскопанных археологами домов г. Иерихона найден парадный зал с шестью древесными столбами, остатками Иерусалимского храма. Предметов семейного обихода ученые тут не обнаружили, но зато нашли много глиняных фигурок животных, а также были обнаружены статуи юношей, женщин и детей [3].

Как показали данные геомониторинга изменения природного рельефа города, выполненные с использованием метода дистанционное зондирование земли (ДЗЗ), естественно-ландшафтные условия, в каких возник город Иерихон, оказывают очень огромное воздействие на его наружный и внутренний облик — на характер и архитектуру построек и ландшафты. Невзирая на очень сильное хозяйственное воздействие человека на природу в районе города, он только видоизменяется и адаптируется к этим воздействиям, с главной целью обеспечения благоустройства города, однако сохраняет основные черты естественного (коренного) рельефа.

Современные галлактические (космические) съемки дают возможность оценить выбор места для дальнейшего освоения городских территорий оказавшихся экологически благоприятными, успешно вписанными в наружный ландшафт. Полоса низкогорий и предгорий комфортна для развития животноводства и земледелия. Подгорная равнина, сложенная слабо покатыми склонами, а также наличие речек способствуют самостоятельному орошению. Окаймляющие равнину высотные пояса до заснеженных высокогорий также благоприятствовали появлению и развитию различных типов хозяйственной деятельности на данной территории.

Освоение предгорных равнин и долинных (террасированных, аллювиальных равнинных) ландшафтов реки Зарафшан начато с древних времен, про что свидетельствуют отлично сохранившиеся селитебные рельефы с техногенными элементами.

Дистанционное зондирование земли г. Иерихона проводилось в 2017 году в рабочем диапазоне съёмочной аппаратуры от 0,04 долей микрометра до 127 метров. Использовались активные и пассивные методы дистанционного зондирования земной поверхности. Активные методы использовали вынужденное излучение объектов, созданные искусственным источником, пассивные — естественное отраженное и вторичное тепловое излучение объектов из-за солнечной активности.

Далее выполнялась обработка данных ДЗЗ, заключающаяся в геометрической, радиационной и атмосферной коррекции.

Поскольку вся информация, необходимая для создания карт, была получена только на основании совместной интерпретации данных ДЗЗ и наземных измерений, то в 2018 г. для установления достоверности данных были проведены дополнительные наземные исследования по основным типам исторического ландшафта.

В настоящее время существует довольно много методик ландшафтных исследований. Наиболее востребованными в целях изучения динамики почвенного покрова в г. Иерихоне являются моделирование и дистанционное зондирование [4]. Для обработки космических и аэроизображений используются программные продукты ERDAS IMAGINE, ENVI и др. Частично эти возможности заложены в геоинформационной системе ArcGIS. С помощью данных программ возможно выполнять геотрансформирование, анализ и сравнение, классификацию, цветовые преобразования, фильтрации, преобразования растровых данных в векторные и др.

Отдельно следует выделить вычисление вегетационных индексов, с помощью которых производится выявление основных типов ландшафтов территории [5]. Таким образом, функциональные возможности пакетов программ обеспечивают реализацию технологий дистанционного картографирования и экологического геомониторинга [6–9].

В данной работе для анализа изменения почвенного покрова г. Иерихона, в результате хозяйственной деятельности человека, использовались данные дистанционного зондирования земли (Landsat), доступные на веб-сайте Геологической службы США за 1997, 2006 и 2017 гг.

Для обработки космоснимков использовались программы ENVI 5.3 (коррекция и применение спектральных индексов), ArcGIS (первоначальное дешифрирование), MapInfo, QGIS (измерение площадей ландшафтов). Приоритетной системой космической сканерной съемки является «Landsat», которая при каждом обороте вокруг Земли снимает полосу местности шириной 185 км.

Для первичной обработки и подготовки космических снимков было выбрано программное обеспечение ENVI версии 5.3. Работа начиналась с загрузки космоснимка в ENVI.

Вначале применялся модуль “Radiometric Calibration”. Радиометрическая калибровка использовалась для калибровки данных изображения до сияния, отражения или яркостных температур.

При этом чтобы вычислить излучение, выбирался мультиспектральный или тепловой диапазоны в диалоговом окне Spectral Subset dialog.

Тип калибровки — Radiance: эта опция доступна, если изображение имеет усиления и смещения для каждого диапазона. ENVI считывает эти значения из метаданных датчиков, перечисленных выше.

Radiance вычисляется с помощью следующего уравнения:

$$L_{\lambda} = Gain * Pixel\ value + Offset \quad (1)$$

ENVI определяет увеличения и смещения в единицах  $W / (m^2 * sr * \mu m)$ . Если это так, то сияние будет определяться в единицах  $W / (m^2 * sr * \mu m)$ .

В раскрывающемся списке Output Interleave выбирался параметр interleave для откалиброванного изображения. Тип выходных данных для калиброванного изображения Float — плавающая точка.

Также в ENVI выполнялась атмосферную коррекцию для всех снимков.

Для этого использовался модуль «Band Algebra» — «Spectral indices». В ENVI в данный модуль включены самые распространенные спектральные индексы, что в свою очередь ведёт к автоматизации. Именно здесь выбирался индекс NDVI.

NDVI — вегетационный индекс в обиходе, представляет собой плотность растительности в определенной точке изображения, или простой количественный показатель, определяющий количество фотосинтетически активной биомассы и вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (2)$$

где NIR — отражение в ближней инфракрасной области спектра;

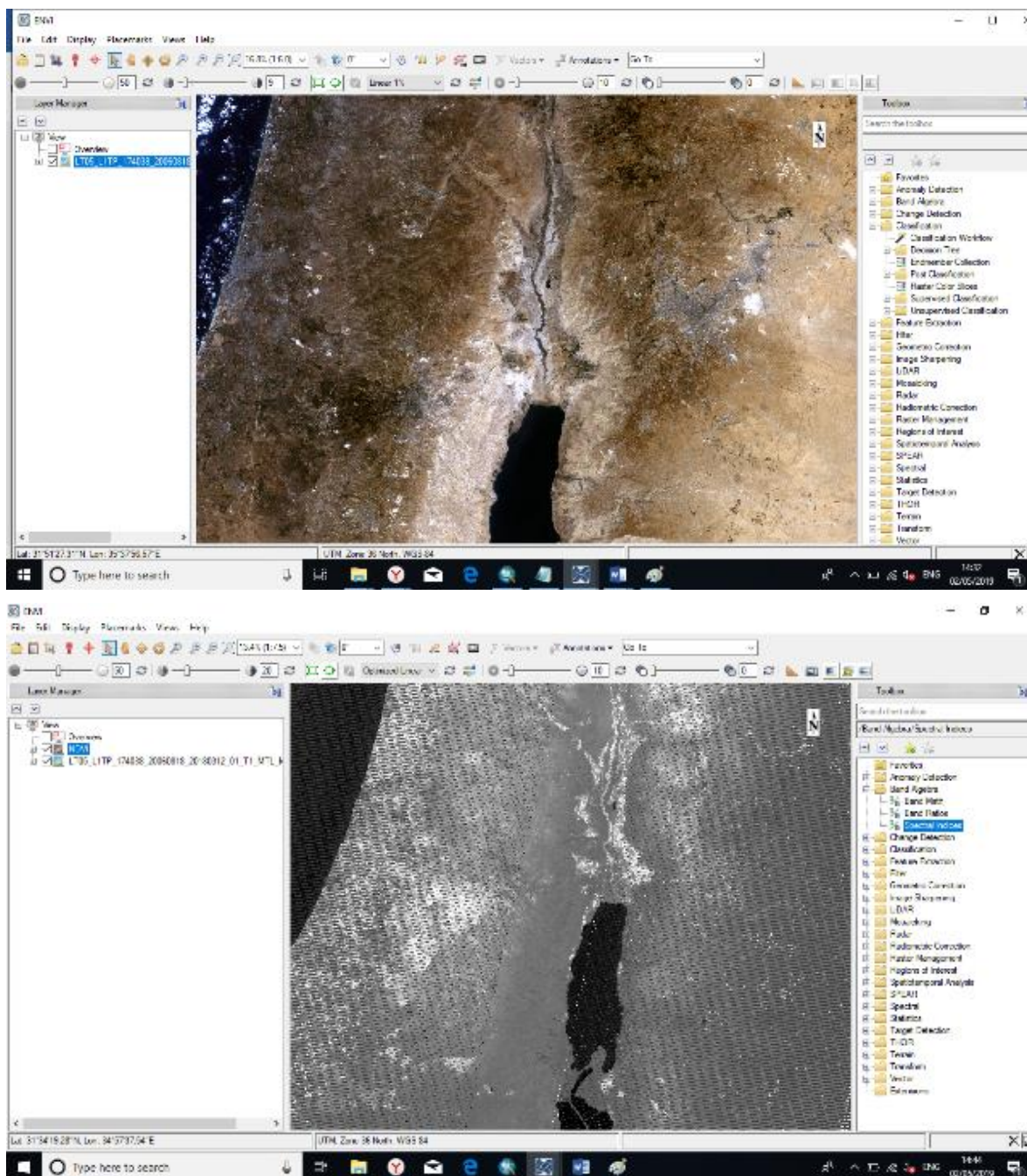
RED — отражение в красной области спектра [4].

Таким образом, NDVI равняется разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей. Принято считать, что

каждому значению NDVI соответствуют определённый тип объекта. Например, величины NDVI меньше -0,5 соответствуют асфальту, бетону и другим подобным материалам; до -0,25 водным объектам; от -0,25 до -0,05 соответствует снегу, льду, пескам, выходам горных пород; значение 0 — облакам; от 0 до 0,025 — открытой почве; от 0,025 до 0,5 — разреженной растительности; около 0,7 и выше — густой растительности.

ENVI автоматически считает индекс NDVI и формирует новый слой с новыми значениями.

В качестве примера для сравнения в формате «ДО-ПОСЛЕ применения NDVI» на рисунке 1 приведен снимок г. Иерихона.



*Рисунок 1. Снимок Иерихона до (верхнее изображение) и после (нижнее изображение) применения индекса NDVI. (составлено/разработано автором)*

В ходе анализа применённого индекса NDVI выявлено, 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).

Также космоснимки территории обрабатывались с помощью модуля «Synthetic Color Images» для преобразования изображения серой шкалы в изображение синтетического цвета. ENVI изменяет изображение серой шкалы в цветное изображение, применяя к изображению фильтры высоких и низких частот для разделения высокочастотной и низкочастотной информации. Низкочастотная информация назначается оттенку, а высокочастотная информация назначается значению, и используется фиксированный уровень насыщенности. Эти данные оттенка, насыщенности и значения (HSV) преобразуются в красное, зеленое и синее пространство (RGB), создавая цветное изображение.

Это преобразование часто используется с радиолокационными данными для улучшения отображения тонких крупномасштабных объектов при сохранении мелких деталей. Лучше всего подходит для районов с низким и умеренным рельефом.

Наконец, в ENVI использовался модуль Gamma Filters для уменьшения спектра при сохранении краев в радиолокационных изображениях. Гамма-фильтр похож на фильтр Куана, но предполагает, что данные распределены по гамме. Фильтруемый пиксель заменяется значением, вычисленным на основе локальной статистики. Дальнейшая работа выполнялась в программном продукте ArcGIS. В ArcGIS вначале выполняется классификация данных. Результатом данного действия является разделение раstra 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 (измерение площадей отклассифицированных по NDVI ландшафтов).

Итогом работы является сводная таблица по г. Иерихону (табл. 1), отображающая изменение площади таких природно-территориальных комплексов (ПТК), как городская застройка, объекты инфраструктуры, травянистая растительность, участки с опустыниванием за 1997, 2006 и 2017 годы в результате хозяйственной деятельности человека.

**Таблица 1**

**Изменение площади ПТК исследуемой территории, км<sup>2</sup>**

Год	Городская застройка (здания)	Объекты инфраструктуры (дороги и др.)	Травянистая растительность (газоны)	Участки с пустынной растительностью	Площадь картографируемой территории	Численность населения, тыс. человек
1997	4,52	16,65	8,53	121,20	150.9	14.674
2006	7,12	19,24	12,70	115,22	154.28	18,110
2017	6,58	25,95	15,87	102,49	150.89	33990

*Составлено/разработано автором*

Путём сравнения значений площади можно сделать следующие выводы.

В период 1997–2006 гг. наблюдался быстрый рост городской застройки из-за политики развития государства Палестины. С 1993 года г. Иерихон, так же как и г. Газа, был первым городом, который стал быстро застраиваться. Однако параллельно с постройкой новых зданий с 1967 г. из-за разногласий между Палестиной и Израилем на территории проводилась политика разрушения строений [10] (метод «дом под снос»). Кроме того, существовали ограничения на постройки домов в определённых районах. Этим объясняется незначительное уменьшение городской застройки в период 2006–2017 гг.

Политика разрушения строений не отразилась на строительстве объектов инфраструктуры, ввиду чего в период 1997–2017 гг. увеличивались площади инфраструктуры.

В плане растительности в 1997–2017 гг. из-за развития города естественная растительность постепенно заменялась культурной (газонами), ввиду чего анализ изменения площади ареалов показывает увеличение за данный период площади травянистой растительности (газонов) и уменьшение площадей пустынной растительности.

Основные изменения ландшафта в г. Иерихоне сводятся к следующему:

- периодически увеличивается площадь городской застройки, однако темпы увеличения невелики;
- развивается инфраструктура;
- происходит деградация естественной растительности;
- появляется культурная растительность.

Таким образом, дистанционное зондирование земли (ДЗЗ) можно успешно использовать для геомониторинга динамики изменения природной среды г. Иерихона в результате хозяйственной деятельности человека.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карпачевский Л.О., Шевякова Н.И., Зубкова Т.А., Бганцова М.В., Маджугина Ю.Г. Город и биосфера. 2009 / Биосфера. С. 153–165.
2. Эрнест Райт. Библейская археология. Библиополис. 2003. 456 с.
3. Опарин А.А. Древние города. М.: Терра, 2019.
4. Габрук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. — М.: Издательство А и Б, 1997. — 296 с.
5. 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.
6. Коберниченко В.Г., Иванов О.Ю., Зраенко С.М. Технология регионального экологического мониторинга на основе средств дистанционного зондирования Земли. 2004 / Записки Горного института.
7. Липина Л.Н., Усиков В.И. Использование геоинформационных технологий для оценки и прогноза состояния окружающей среды. 2018 / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).
8. Коберниченко В.Г., Иванов О.Ю., Зраенко С.М. Региональный мониторинг природных чрезвычайных ситуаций на основе средств дистанционного зондирования Земли. 2005 / Записки Горного института.
9. Минаков Е.П., Чичкова Е.Ф. Мониторинг чрезвычайных ситуаций с использованием дистанционного зондирования Земли. 2009 / Известия высших учебных заведений. Приборостроение.
10. Крайнов И.Ф. Сухопутные войска арабской коалиции в шестидневной войне. 2020 / Скиф. Вопросы студенческой науки. № 8(48). С. 253–257.

**Abedrabo 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

## **Geomonitoring of dynamics of change of the environment of Jericho as a result of economic activity of the person with use of data of the remote sensing of the earth (RSE)**

**Abstract.** The article is devoted to the modern method of geomonitoring the dynamics of the natural environment as a result of human economic activity using remote earth sensing (DHS) data using the example of Jericho (Palestine). The city received the fame of the "city of palm trees" due to the long rainy spring and fairly fertile soil. The English expedition of John Garsteng found that the city was founded in the Neolithic days, even before the appearance of ceramics.

It was often destroyed and rebuilt, and therefore it is considered the oldest of all cities in Palestine. The article describes the history of studying the changing landscape of the city, its soil cover using land remote sensing data (Landsat).

ENVI 5.3 (correction and application of spectral indices), ArcGIS (initial decryption), MapInfo, QGIS (measurement of landscape areas) were used to process space images, using the Synthetic Color Images module, the gray scale image was converted into a synthetic color image. The work presents an algorithm for analyzing the change in the soil cover of Jericho from 1997 to 2017 in the geographic information environment. As a result of the studies carried out, the main changes in the landscape in Jericho, identified using the results of remote sensing of the earth, were analyzed.

**Keywords:** geomonitoring; dynamics; method; landscape; analysis; program; soil cover; natural environment; economic activity; remote sensing of land