

УДК 528.77  
AGRIS P31

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/11>

## РОЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОФОРМЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

©Джафаров Т. И., Азербайджанский университет архитектуры и строительства,  
г. Баку, Азербайджан, [tariyel.jafarov@azmiu.edu.az](mailto:tariyel.jafarov@azmiu.edu.az)

### ROLE OF AEROSPACE IMAGES IN DECORATION OF SOIL MAP

©Jafarov T., Azerbaijan University of Architecture and Construction,  
Baku, Azerbaijan, [tariyel.jafarov@azmiu.edu.az](mailto:tariyel.jafarov@azmiu.edu.az)

*Аннотация.* В статье описывается роль аэрокосмических изображений в управлении лесными почвами и их использовании, включая количественный и качественный учет, а также создание электронной базы данных. Используя эти описания, была создана электронная база данных исследовательского центра и составлена карта почвы.

*Abstract.* The article describes the role of aerospace images in forest soil management and their use, including quantitative and qualitative accounting, as well as the creation of an electronic database. Using these descriptions, an electronic database of the research center was created, and a map of the soil was compiled.

*Ключевые слова:* геообработка, зондирование, гранулярность.

*Keywords:* geoprocessing, sounding, granularity.

Эффективное использование имеющихся ресурсов и применение современных технологий, в том числе спутниковых, имеют большое значение для повышения эффективности аграрного сектора. Востребованность космических данных связана с бурным развитием вычислительной техники, а также совершенствованием геоинформационных систем, основным источником данных которых являются результаты дистанционного зондирования. Востребованность материалов космической съемки привела к созданию ряда съемочной техники с высоким пространственным разрешением. Точность геопривязки и детализация полученных изображений позволили составить на их основе крупномасштабные карты и планы, что ранее было возможно только при помощи аэрофотосъемки [2].

Использование материалов аэрофотосъемки для создания и обновления баз данных осуществляется по двум направлениям. Первое направление связано с созданием и обновлением картографической продукции на основе цифровой фотограмметрической обработки изображений. Цифровая фотограмметрическая обработка изображения может производиться на персональных компьютерах с процессорами Intel последних поколений, персональных рабочих станциях (PC Workstation) и рабочих станциях RISK-UNIX. Выбор того или иного оборудования зависит от вида и объема работ, в том числе и от используемого материала.

Профессиональная работа с записями осуществляется на рабочих станциях UNIX с мощным процессором, большими жесткими дисками (Winchester) и высокой тактовой частотой (не менее 450 МГц).

Программное обеспечение для фотограмметрии имеет специальные функции. В первую очередь это связано с тем, что большие файлы и данные можно обрабатывать с помощью пространственной привязки. Для работы с большими файлами используются специальные форматы данных: иерархический, блочный и др.

Иерархическая структура имеет форму слоев пирамиды. Это серия цифровых изображений одного и того же снимка, полученных с разных установок. Допустимая возможность проведения съемки из одного слоя в другой — от 2 до 4, до 8 и т. д. может уменьшиться.

Блочная структура (набор блоков) представляет собой небольшие квадратные блоки с прямым доступом к каждому.

Использование специальных форматов данных решает одну из проблем, возникающих при работе с цифровыми изображениями, — вывод записанного растрового изображения, отображаемого на экране. Проблема в том, что экран обычно может вмещать  $1280 \times 1024$  пикселей, но размер изображения может быть  $10\,000 \times 10\,000$  пикселей. Часто обработанное изображение отображается в двух окнах. В одном окне — вид с малым допустимым объемом (прореживание), в другом окне — фрагмент (блок) исходного изображения. Все операции оператора видны в обоих окнах.

Современные программные комплексы, предназначенные для обработки изображений, созданы не для хранения результатов обработки, а для исходных изображений и алгоритмов, позволяющих получать результаты в любое время. Это объясняется следующими положениями:

1. Каждое изменение приводит к потере исходной информации, причем, как правило, заранее неизвестно, насколько важна эта потеря.
2. Учитывая быстрое действие современных компьютеров и высокую стоимость дисковой памяти, нет необходимости заполнять ее память модифицированными образами. Экономичнее повторять операции с текущими изображениями.

В настоящее время можно получать изображения со спутников на орбите или из архивов. Например, WORLDVIEW-1, SPOT, LANDSAT, TERRA и др. [1].

WORLDVIEW-1 — коммерческий спутник, предназначенный для дистанционного наблюдения за земной поверхностью. Он был запущен компанией Digital Globe 18 сентября 2007 года с авиабазы Вандербер с помощью ракеты Delta-2. Имеет 50-сантиметровую панхроматическую фотокамеру, позволяющую получать изображения земной поверхности с разрешением 0,5 м. Спутник WORLDVIEW-1 может работать на высоте 496 км. За полный период 1,7 суток разрешающая способность спутника позволяет получить изображения 750 тыс. км<sup>2</sup>. Также прибор оснащен системой определения географических координат Земли (Рисунок 1) (<https://www.satimagingcorp.com>).

LANDSAT считается самым продолжительным проектом по получению спутниковых фотографий Земли. В рамках программы первый спутник был запущен в 1972 году, а в новейшее время спутник Landsat 8 был запущен 11 февраля 2013 года. С помощью приборов, установленных на спутниках Landsat, получены миллиарды изображений. Эти изображения, полученные по всему миру, используются в сельском хозяйстве, картографии, геологии, лесном хозяйстве, науке и т. д. Он считается уникальным инструментом для проведения исследований в полевых условиях. После того, как Landsat-5 прекратил работу, Landsat-7 стал единственным действующим спутником программы Landsat. Спутник Landsat-8 продолжает собирать данные для программы с помощью двух наборов инструментов: оперативного наземного тепловизора (OLI) и теплового инфракрасного датчика (TIRS). Первый комплект

получает изображения в 9 диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного диапазона, а второй — в 2 диапазонах дальнего инфракрасного диапазона (<http://terra.nasa.gov/>).

Перед спутником Landsat-8 поставлен ряд научных задач:

- Сбор и хранение мультиспектральных изображений среднего разрешения (30 метров в каждой точке) не менее 5 лет;
  - калибровка изображения, покрытие, спектральные характеристики, качество и т. д.
- хранение и доступность данных, аналогичных предыдущим спутникам Landsat;
- Бесплатное распространение снимков, сделанных спутником Landsat-8.

TERRA — транснациональный исследовательский спутник на солнечно-синхронной орбите вокруг Земли, запущенный 18 декабря 1999 года под управлением агентства НАСА. TERRA имеет пять удаленных объектов для мониторинга окружающей среды и изменения климата. Данные TERRA Beijing позволяют ученым изучать распространение загрязнения по всему миру (<https://www.satimagingcorp.com>).

Спутниковые данные помогают решать экологические проблемы:

1. Определение метеорологических характеристик (вертикальные профили температуры, характеристики влажности, характеристики облачности);
2. Получение карт динамики атмосферных фронтов, ураганов, крупных стихийных бедствий;
3. При определении температуры земной поверхности, загрязнения почвы и водной поверхности;
4. При вскрытии крупных отходов промышленных предприятий;
5. Контроль техногенного воздействия на лесопарковые зоны;
6. Выявление пожароопасных зон в лесных зонах;
7. Мониторинг и прогноз сезонных паводков на реках;
8. Определение и оценка протяженности зон крупных затоплений;
9. Мониторинг динамики загрязнения снежного покрова в результате воздействия промышленных предприятий [3].

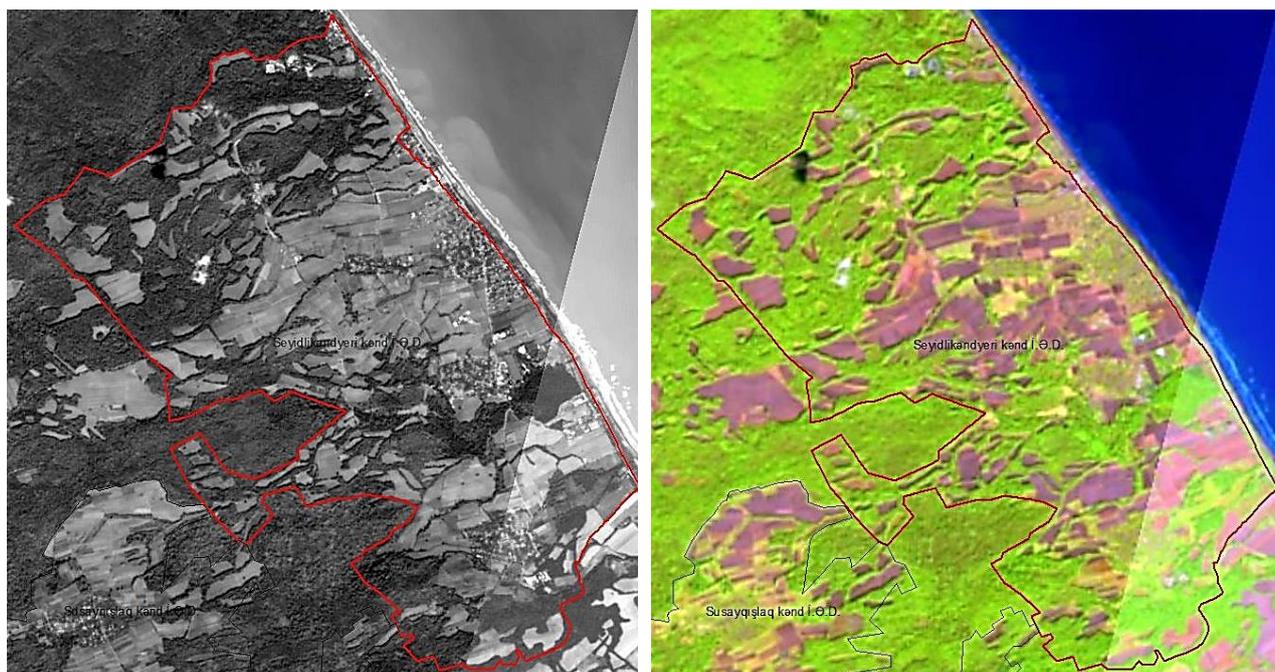
#### *Материал и методы*

Проанализированы и сопоставлены особенности спутниковых снимков Landsat-8 ЭРП Сейидликандьери Хачмазского района, принятого в качестве объекта исследования. Площадь района составляет 1170,9 квадратных километров и основную часть составляют леса и равнинный ландшафт. Основу экономики района составляет сельское хозяйство, при этом преобладают овощи, зерно, плодоводство, животноводство [2].

#### *Анализ и обсуждение*

Программное обеспечение ArcGIS интегрирует спутниковые снимки Landsat-8 для определения границ области.

Панхроматические изображения Landsat 8 представляют собой пространственные изображения с разрешением 15 м. С течением времени для визуализации и анализа эти слои изображений захватываются непосредственно со спутника Landsat в коллекции AWS (Amazon Network Services) и ежедневно обновляются новыми изображениями. Изображения Landsat 8 собираются каждые 16 дней для каждой точки на поверхности Земли. Большинство изображений собрано с января 2015 года по настоящее время. Эти изображения анализируются путем применения твердых атмосферных поправок. Коэффициент отражения TOA масштабируется с использованием диапазона от 0 до 10 000.



a)

b)

Рисунок 1. Фрагмент спутникового снимка Landsat-8 АТД (административно-территориальное деление) с Сейидли: а) панхроматический, б) мультиспектральный

Мультиспектральная классификация изображения основана на поиске пикселей по аналогии с его спектральными признаками. Мультиспектральная точность 30 м. Позволяет создавать электронные карты на лесную тематику. Процесс классификации изображений основан на поиске похожих пикселей изображения, а также их группировке в классы и категории по значениям их яркости (Рисунок 1). Точность мультиспектральной классификации ограничена геометрическим разрешением данных дистанционного зондирования. Основная проблема здесь — смешивание пикселей. Эта проблема часто возникает на границе двух разных классов (экотонов). Например, такая ситуация возможна на границе лесных и сельскохозяйственных угодий. Провести эту границу на космических снимках с разрешением 15 м невозможно. Границы смешанных пикселей можно разделить только с помощью технологии субпиксельной классификации мультиспектральных изображений.

Для составления плана работы по подготовке земельных карт в программном обеспечении ArcGIS, в котором предполагается выполнение следующих положений:

1. Получение панорамных аэрофотоснимков местности с помощью Landsat 8;
2. Сбор и анализ данных о почвенном покрове объекта исследования;
3. Полигонизация угодий на участке;
4. Внесение сведений о территории, собственности, растительном покрове в созданную электронную базу данных;
5. Подготовка земельных пояснений и т. д.

Панхроматические изображения получают комбинацией панхроматических, мультиспектральных и инфракрасных изображений (Рисунок 2). Pansharп изображения включают 6 мультиспектральных диапазонов с точностью до 30 м, инфракрасный диапазон с точностью до 60 м и панхроматический диапазон с точностью до 15 м (<http://www2.hawaii.edu>).



Рисунок 2. Фрагмент спутникового снимка Landsat-8 АТД с. Сейидли: изображение pansharp

По этим снимкам уточняется граница территории и проводится полигонирование земельных участков в программе ArcGIS (Рисунок 3).

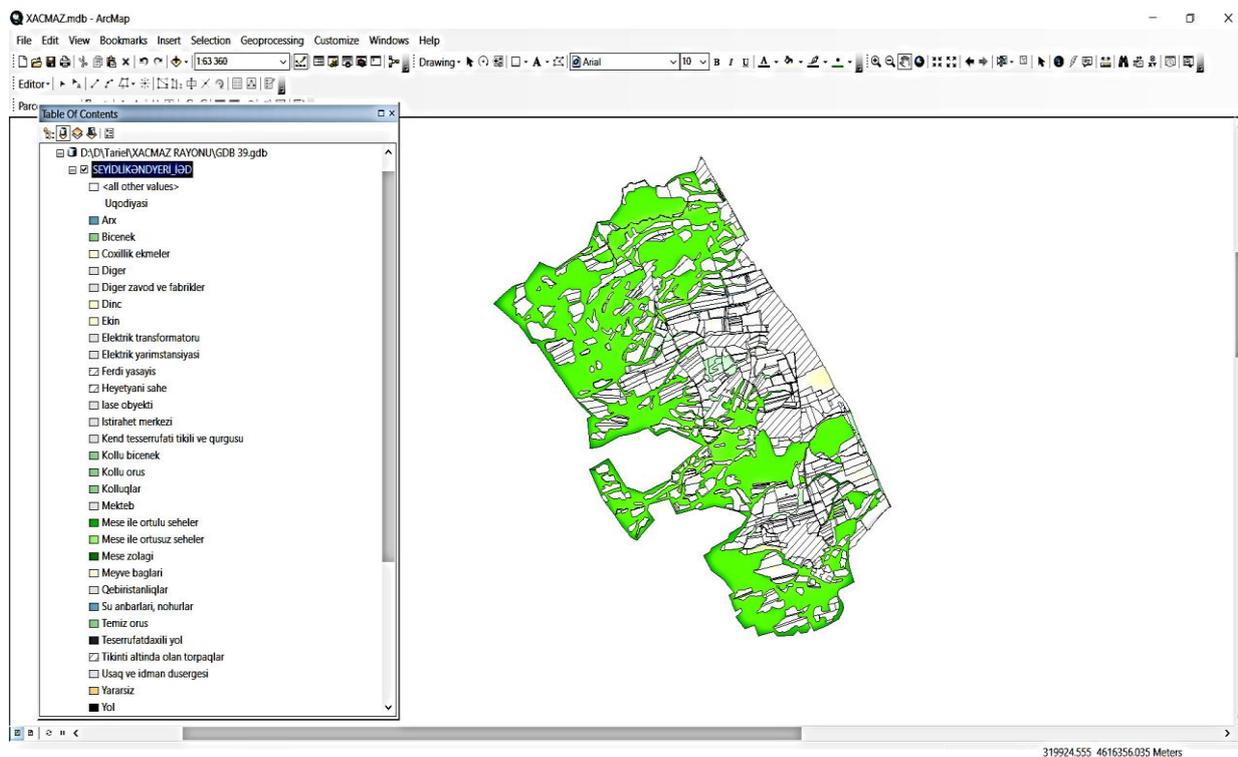


Рисунок 3. Полигонизация земельных участков с.Сейидли АТД

Атрибутная (семантическая) информация — характеризует свойства объекта с пространственной связью. База геоданных — это информационная модель, которая хранит информацию о группе объектов и их свойствах в упорядоченном виде. Таблицы атрибутов состоят из строк и столбцов. По количеству линий можно определить количество конкретных областей на карте. В столбцах отражаются кадастровые данные этой местности (Рисунок 4).

FID	Shape	Emlak Novu	Kategoriya	Uqodiyasi	Suvarma	Muliform	Uqodiyasi	Torpaq tipinin adi	Torpaq novmuxtalifinin adi
49	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
50	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
51	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
52	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
57	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
59	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
60	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
61	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
63	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
64	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
68	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Kolu bicek	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
69	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Kolu bicek	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
70	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
71	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
72	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
73	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
74	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
76	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
76	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
77	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
79	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
82	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
83	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
96	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
97	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
98	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
99	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
104	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
105	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
106	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
107	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
108	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
112	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
120	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
122	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
124	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Xususı	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
126	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
129	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
130	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
131	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Doviet	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın
132	Polygon	Torpaq sahəsi	Kend teserrufatı təyinatlı torpaqlar	Ekin	Suvarılan	Belediyyə	Ekin	Zəif karbonatlı çəmən-qəhvəyi	Ağr gilicəli qalın

Рисунок 4. Интеграция данных в таблицу атрибутов gdb.

### Выводы

В ходе анализа вопросов использования аэрокосмических материалов при изучении наземного покрова мы приходим к следующим выводам:

1. Земельный покров является сложным объектом декодирования, поскольку почва лесов не входит непосредственно в изображения земной поверхности. На аэрофотосъемке их всегда можно расшифровать косвенно, используя ориентировочные отношения между компонентами окружающей среды и земель.
2. Декодирование лесных почв изучаемой территории проанализировано на мультиспектральных, панхроматических черно-белых и спектрональных изображениях.
3. На изображениях, полученных по мультиспектральным снимкам, хорошо выделяется лесной массив района исследований, а также купленные, используемые и арендованные земли.
4. Эффективность использования аэрокосмических методов исследования при картографировании земного покрова приводит к повышению информативности и точности карт земной поверхности.

### Список литературы:

1. Мехтиев А. Ш., Исмаилов А. И. Географические информационные системы. Баку, 2011. 232 с.
2. Сулейманов Т., Алескерев Э. Возможности применения спутниковых снимков AZERSKY при выделении сельскохозяйственных угодий // Инновационное развитие аграрной науки и образования: мировой опыт и современные приоритеты: материалы международной научно-практической конференции. Гянджа, 2011. С. 200-205.
3. Паромов В. В. Картография с основами топографии. Ч. 2. Картография. Томск, 2010. 132 с.

*References:*

1. Mekhtiev, A. Sh., & Ismailov, A. I. (2011). Geograficheskie informatsionnye sistemy. Baku. (in Azerbaijani).
2. Suleimanov, T., & Aleskerov, E. (2011). Vozmozhnosti primeneniya sputnikovykh snimkov AZERSKY pri vydelenii sel'skokhozyaistvennykh ugodii. In *Innovatsionnoe razvitie agrarnoi nauki i obrazovaniya: mirovoi opyt i sovremennye priority: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Gyandzha, 200-205. (in Azerbaijani).
3. Paromov, V. V. (2010). Kartografiya s osnovami topografii. Ch. 2. Kartografiya. Tomsk. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 01.02.2023 г.*

*Принята к публикации  
13.02.2023 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Джафаров Т. И. Роль аэрокосмических изображений в оформлении почвенных карт // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №3. С. 95-101. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/11>

*Cite as (APA):*

Jafarov T. (2023). Role of Aerospace Images in Decoration of Soil Map. *Bulletin of Science and Practice*, 9(3), 95-101. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/11>