УДК 519.242:52(575.2)(04)

«ГЕОСКАН201» УУАТАН АЛЫНГАН БЕРИЛИШТЕРДИ ШТЕТҮҮНҮН ЭСЕПТӨӨ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРИ

К.К.Талыпов
Техн.илим.канд.
А.Т.Назаралиева
А.А.Суюмкулов
КР УИАнын академик
Ж.Ж.Жеенбаев атындагы физика институту
tkk55@mail.ru
nasar_49@mail.ru
azi-107@mail.ru

Өзөктүү сөздөр: эсептөө эксперименти, дистанциялык байкоо берилиштери, аэросүрөттөрдү иштетүү

Аннотация. Бул макалада Кыргызстандын территориясынын Геоскан 201 учкуссуз учуучу аппаратынан алынган сүрөттөрүнүн негизинде УИАнын Физика институтунун космостук маалымат лабораториясында өткөрүлгөн эксперменттердин мультиспектралдык аэрофотосүрөттөрүн айыл-чарба үчүн дешифрлөө технологиясы берилген. Алынган сүрөттөлүштөрдүн айыл-чарбалык дешифрлөө үчүн жана ушул берилиштердин негизинде нормаллаштырылган вегетация индесин эсептөөнүн мисалдары келтирилген. Ошону менен бирге ушундай берилиштердин геодезия жана картография, 3D көрүнүштөр жана жол-курулушта колдонуу мүмкүнүчүлүктөрү көрсөтүлгөн.

О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БПЛА «ГЕОСКАН201»

[1]К.К.Талыпов, [1]А.Т.Назаралиева, [1]А.С.Альбрехт, [1]А.А.Суюмкулов

Институт физико-технических проблем и материаловедения

им.Ж.Ж.Жеенбаева

НАН КР,720071, Кыргызстан, Бишкек,пр.Чуй 265-а

e-mail: tkk55@mail.ru, ***nasar_49@mail.ru, azi-107@mail.ru***

Ключевые слова: вычислительный эксперимет, данные дистанционного зондирования, обработка аэроснимков

Аннотация. В данной работе приводится технология сельскохозяйственного дешифрирования на основе мультиспектральной аэрофотосъемки беспилотным летательным аппаратом Геоскан 201 в экспериментах, проведенных лабораторией “Цифровая Земля” ИФТПМ на территории Кыргызстана. Приводятся примеры обработки полученных изображений для сельскохозяйственного дешифрирования и расчета нормализованного вегетационного индекса на основе этих данных. Показаны также возможности использования таких данных для задач геодезии и картографирования, трехмерной визуалиции и дорожного строительства.

ON COMPUTATIONAL EXPERIMENTS ON THE DATA PROCESSING OF AERIAL PHOTOGRAPHY FROM DRONE "ГЕОСКАН201»

[1]K.K.Talypov, [1]A.T.Nazaraliev, [1]A.S.Albrecht, [1]A.A.Syiumkulov

Institute of physical and technical problems and materials science named . Zh. Zh. Jeenbaev of National Academy of Sciences,
720071, Kyrgyzstan, Bishkek,Chui prospect 265-a
e-mail: tkk55@mail.ru, ***nasar_49@mail.ru, azi-107@mail.ru***

Abstract. This paper presents the technology of agricultural decoding on the basis of multispectral aerial photography by drone vehicle GEOSCAN 201 in the experiments conducted by the laboratory "Digital Earth" IFTPM in Kyrgyzstan. Examples of processing of the obtained images for agricultural interpretation and calculation of the normalized vegetation index on the basis of these data are given. The possibilities of using such data for geodesy and mapping, three-dimensional visualization and road construction are also shown.

Keywords: *computational experiment, remote sensing data, processing of aerial images*

Развитие компьютерной индустрии, появление на рынке прецизионной сельскохозяйственной техники, оборудованной приемниками глобальной системы позиционирования (ГСП), всевозможными датчиками и бортовыми компьютерами с соответствующим программным обеспечением, а также возможность использования географических информационных систем (ГИС) для обработки и визуализации пространственно-атрибутивных данных привели к появлению новой концепции, получившей название точное земледелие [1]. Одним из перспективных подходов для сплошной (площадной) оценки состояния и вариабельности свойств растительного покрова и почвы является комплекс средств и методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) [2-3].

Появление и широкое распространение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволило перейти к изображениям поверхности Земли с высоким пространственным разрешением. Вместе с тем, для достаточной интерпретации информации, полученной с БПЛА, необходимо комплексирование с данными спутниковых наблюдений, с известными географическими и тарибутивными данными исследуемого участка, а также дополнить новыми получаемыми данными для получения тематической карты.

Общая информационная технология при этом представляется следующим образом (рис.1).Тематические карты содержат на фоне обработанных изображений природных объектов наборы специальных условных знаков. Первым шагом этой технологии является геометрическое и фотометрическое

преобразование, яркостная обработка и комплексирование разновременных снимков. Далее полученный снимок виртуально объединяется с электронной картой местности в многослойный растр. Результаты интерпретации представляются в виде набора условных обозначений, объединенных в отдельный тематический слой. Собственно синтез тематической карты происходит путем совмещения полученного тематического слоя с электронной картой и полутоновым снимком. Для обеспечения высокоэффективного точного управления необходимо располагать сведениями о пространственной структуре управляемых показателей, об основных тенденциях и трендах наблюдаемых пространственных изменений, статистической связности (коррелированности) значений варьирующихся показателей.

Реализация рассмотренной технологии предполагает наличие программных инструментальных средств интерпретации результатов дешифрирования. Использование для этих целей готовых графических пакетов ГИС, такие как ENVI и ArcGIS и др. не представляется возможным. Объясняется это не только тем, что они разрывают технологический цикл, а главным образом причиной отсутсвия в них библиотек условных обозначений.

В данной работе для целей фотограмметрической и геометрической обработки используются программы Agisoft PhotoScan, Спутник Агро, а также программное обеспечение, разработанное в лаборатории “Цифровая Земля” .

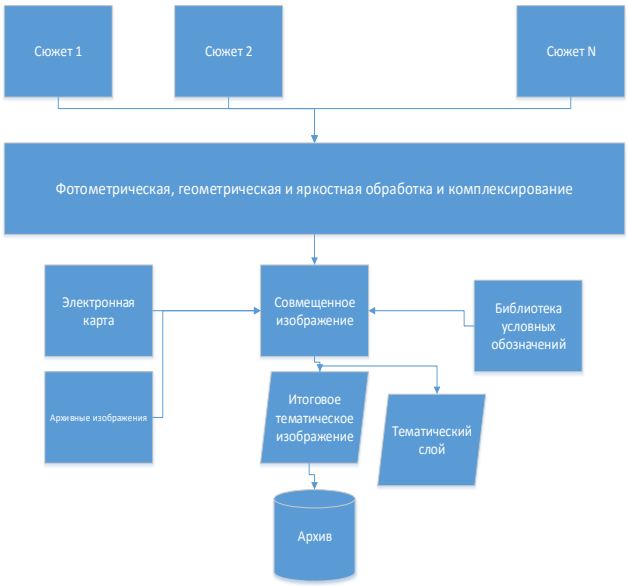


Рис. 1.Информационная технология формирования тематических карт

На рис. 2. приведены позиции съёмки и оценка ошибок для последующего преобразования из центральной проекции в ортогональную и коррекции отклонений оси аэрофотоаппарата от вертикали при съемке. На рис.3 приведена карта высот исследуемого участка для создания ортофотоплана. Полученные ортофотопланы без дополнительных преобразований могут быть использованы в любой ГИС в качестве растровой основы для создания цифровых карт.

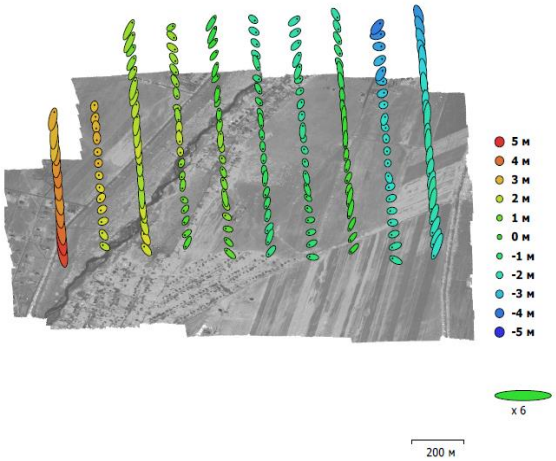


Рис. 2.Позиции съёмки и оценка ошибок.

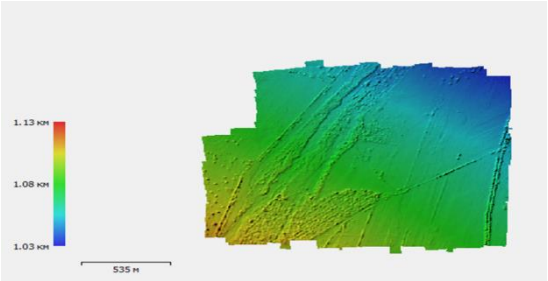


Рис. 3. Карта высот (5534x5224, 53,6 см/пикс)

В настоящее время для решения большинства сельскохозяйственных задач используются специальные технологии дешифрирования снимков, получаемых при систематических повторных съемках, которые обеспечивают наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур. При этом наиболее широкое распространение при дешифрировании и при анализе различий в спектральных яркостях растительности в течение вегетационного периода получил индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), по которому можно судить об агротехническом состоянии посевов.

Для обнаружения очагов болезней и вредителей также в основном применяются вегетационные индексы (ВИ), в частности NDVI.

Кроме этого индекса, вычисление которого уже включен в популярные программы для обработки спутниковых данных, например ENVI, имеется ряд других (табл. 3.1.), каждая из которых ориентирована на определенный анализ растительного или почвенного покрова. Одни индексы оптимизированы для оценки смешанного почвенно-растительного сигнала, другие для полного листового покрытия и т.д. В любом случае цель использования растительного индекса – это создание корректной системы линейного взвешивания: величина индекса – параметры растительности. Под параметрами растительности обычно понимают, либо объем зеленой растительной биомассы, либо долю проективного листового покрытия почвы, либо продуктивность.

Эффективность ВИ определяется особенностями отражения. Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных участках кривой спектральной отражательной способности растений. На красную зону спектра (0,62–0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75–1,3 мкм) – максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. Высокая фотосинтетическая активность ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Отношение данных показателей позволяет распознавать

состояние растительности. Карта NDVI для исследуемого участка приведена на рис. 4.

Таблица 1. Формулы расчета некоторых ВИ

Ratio Vegetation Index	RVI=NIR/Red
Normalized Difference **VI**	NDVI=(NIR-Red)/ (NIR-Red)
Infrared Percentage **VI**	IPVI=NIR(NIR+Red)
Difference **VI**	DVI= NIR-Red
Perpendicular **VI**	PVI=sin(Y)*NIR-cos(Y)*Red Где Y–угол между почвенной линий и ось NIR
Weighted Difference **VI**	WDVI=NIR-C*RED, где C=NIR/RED для почвы.
Soil Adjusted **VI**	SAVI=(1+L)*(NIR-RED) / 9NIR+RED +L) Где L–[0;1] 0- наибольшее проективное покрытие: 1- наименьшее.
Global Environmental Monitoring Index	GEMI=v*(1-0.25*v)-(RED-0.125) / (1-RED); Где v=[2*($NIR^2 - RED^2$)+1.5*NIR+0.5*RED] / (NIR + RED + 0.5)

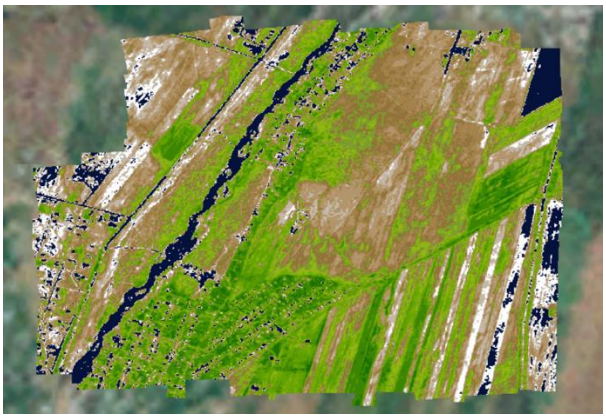


Рис. 4. Рассчитанное на ортофотоплане NDVI

Для дальнейшего распознавания и классификации можно использовать программное обеспечение, рассмотренное в [4].

Соответствующий компонет программного комплекса позволяет выбрать вид вегетационного индекса и автоматически расситать соответствующее индексное поле. Кроме того, он позволяет расскрасить ходный снимок в приемлемых цветах и вычислить площади объетов, выделенных индексами. Пример работы компонента показан на рис.5.

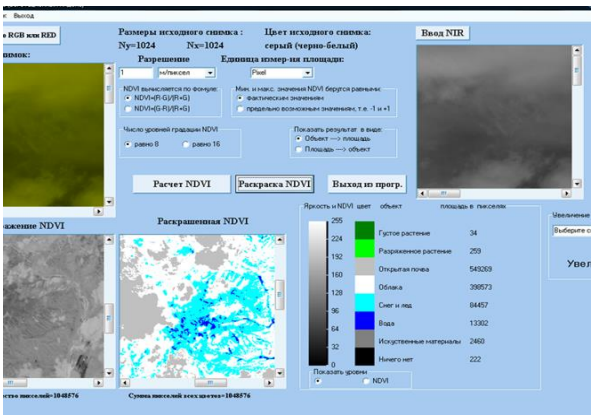


Рис. 5. Сегментация по 8 признакам

Используя полученные индексные поля можно рассчитать статистические последовательности интересующих исследователя для дальнейшего анализа.

Полученные результаты документируются в отчеты и размещаются в файлах документации (Рис.6).

Эксперименты по отработке технологии проводились с помощью снимков, полученных на беспилотном летательном аппарате (БПЛА) «Геоскан-201» близ села Кош-Добо. Геоскан-201 Агро оборудован двумя камерами: фотокамерой RGB и мультиспектральной камерой. Данные с первой используются для создания ортофотоплана, карты высот, 3D модели, со второй – для карт NDVI. С помощью мультиспектральной камеры и ГИС Спутник Агро можно проводить обследование и инвентаризацию земель, сопровождать мелиоративное строительство, оперативно создавать карты NDVI, планировать внесение удобрений и контролировать проведение агротехнических мероприятий. ГИС Спутник — трехмерная геоинформационная система, позволяющая отображать и анализировать геопространственную информацию в едином 3D пространстве, и Agisoft Photoscan —программное обеспечение для фотограмметрической обработки. Эти технологии способствуют оперативному получению высокоточных ортофотопланов, 3D моделей местности и матриц высот. Они позволяют осуществлять мониторинг использования земель, выполнять инвентаризацию и контролировать состояние растений.

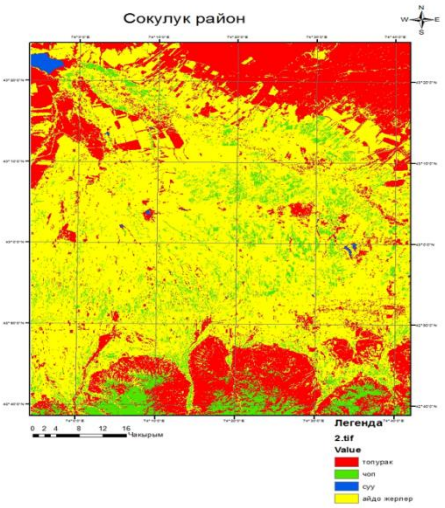
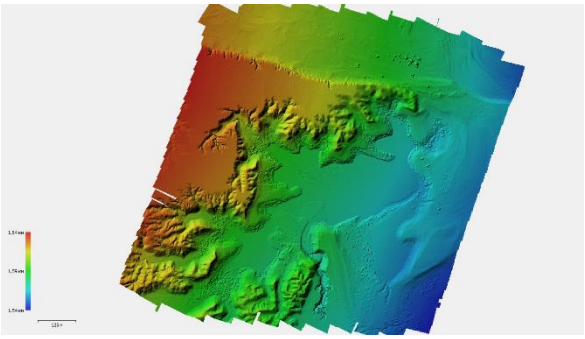
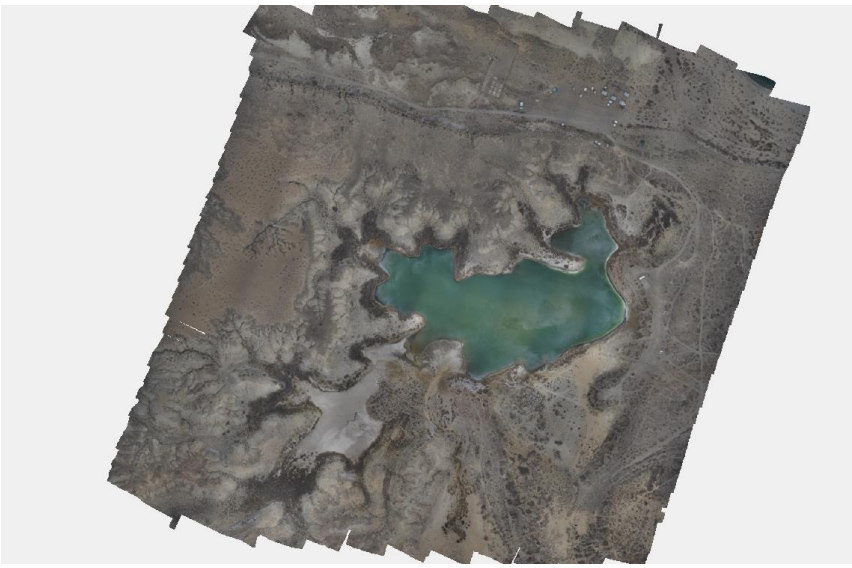


Рис. 6. Вид документа распределения по видам растений

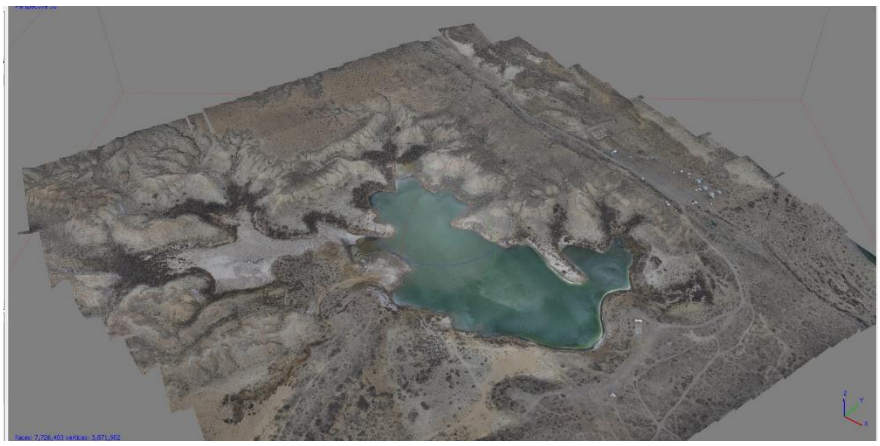
Сьемка Туздуу кол



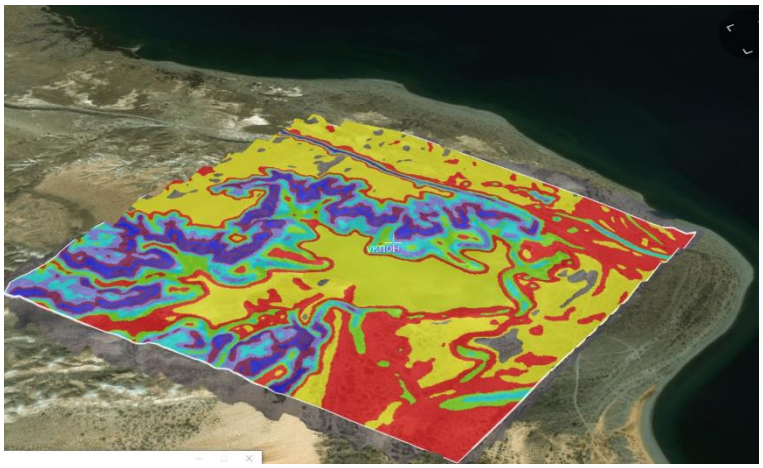
Карты высоты



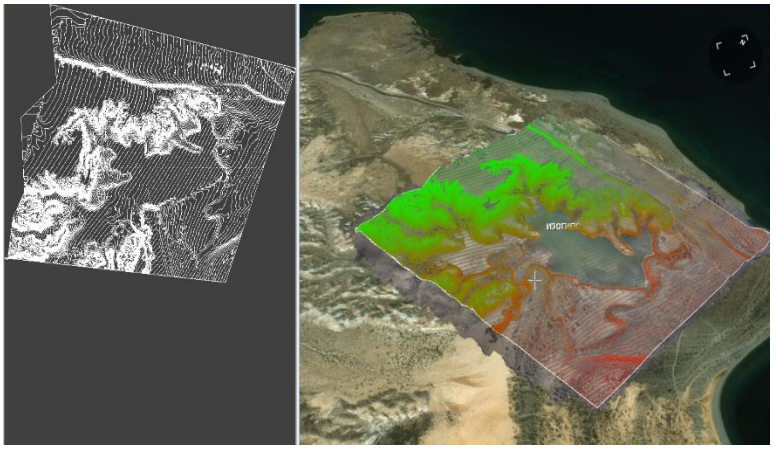
Построение ортофотоплан



Моделирование 3D

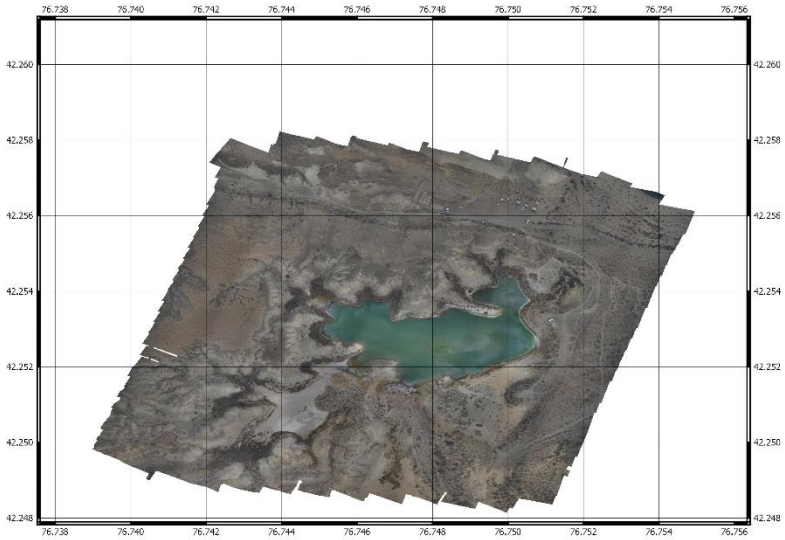


Карта уклона туздуу кол



Изогипс

Отображение как NDVI



Сетка координат туздуу кол

Литература

1. *Рубцов С.А., Голованев И. Н., Каштанов А. Н. Аэрокосмические средства и технологии для точного земледелия, М.: МСХА, 2008. — 330*

2. *Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. — М.: Наука, 2001 — с. 47-54.*

3. *Щербенко Е. В., Асмус В. В., Андроников В. Л. Методика цифровой обработки аэрокосмической информации для составления почвенных карт. //Исследование Земли из космоса, 1990, № 4. — с. 102—112.*

4. *К.К.Талыпов, К.М.Жумалиев. Принципы формирования, обработки и распространения данных дистанционного зондирования земли и геоинформационная система «Цифровой Кыргызстан».// Научный журнал "Физика", 2016, № 1.-с.119-127.*

5. *Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург, 16–17 сентября 2015 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2015. – 196 с.*

6.*К.К.Талыпов, А.Дж.Аккозов, А.С.Альбрехт,Н.С.Тиленбаева, А.А.Суюмкулов.// Возможности использования ПО и архива данных ГИС "Цифровой Кыргызстан" в задачах сельского хозяйства.// Научный журнал "Физика", 2016, № 1.-с.243-247.*

7.*Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации [Электронный ресурс]: «Совзонд» Использование программного комплекса ENVI для решения прикладных задач. - Режим доступа: http://www.gisa.ru/37239.html*

8. Agisoft PhotoScan. [Электронный ресурс]: Производительная, эффективная и удобная программа для фотограмметрической обработки снимков. - Режим доступа: https://www.geoscan.aero/ru/photoscan/#about

9. Geoscan [Электронный ресурс]: Блог ГК Геоскан. - Режим доступа: https://www. geoscan.aero/ru/blog/64/

10. ТГТУ Отдел ГИС технологий [Электронный ресурс]: Возможности Quantum GIS. - Режим доступа: http ://gis.web .tstu.ru/vozmo gq uantum.html