



АЛЬЯНС ПО СОХРАНЕНИЮ САЙГАКА И СЛУЖБА РЫБЫ И ДИЧИ США - ПРОГРАММА МАЛЫХ ГРАНТОВ 2013

50% отчет за полгода работы по гранту, выданному по теме:

Возможности учета и мониторинга группировок сайгака посредством использования спутниковых снимков высокого разрешения

I Научный отчет

Для разработки метода учета численности сайгака с использованием спутниковых снимков необходимо приобрести снимок, разрешение которого позволяет выявить на нем объект размером с сайгака, важным дополнением для решения этой задачи могут стать контрастность объекта и фона, на котором он находится. Если такой объект, каким является сайгак, можно различить, то появляется возможность описать признаки, по которым мы можем отличить сайгака от других пасущихся в степи животных – овец, лошадей, коров, верблюдов. По предварительному проекту такими возможными признаками могут стать цвет животных на снимке, их размеры (длина, ширина и высота) и пропорции. Дополнительные параметры: форма стада (контур по периметру), структура стада (система расстояний-связи взаимного расположения между животными), время/период съемки.

Таким образом, целью настоящей работы являлось изучение возможности выявления сайгаков на спутниковых снимках высокого разрешения для использования ее при дальнейшей разработке метода учета сайгака.

Период, который лучше выбирать для съемки сайгаков – зимний, он характеризуется тем, что животные в это время находятся в зимнем белом мехе, который контрастирует с темным цветом степи (из-за отсутствия снежного покрова).

Для выявления сайгака на спутниковых снимках были проанализированы три снимка вольеры питомника «Яшкульский» (Калмыкия), где на момент съемки реально находились животные, сделанные в разное время с разных спутников (контроль). Данные параметров снимков см. табл. 1 (№№ 1, 2, 3).

Характеристики использованных снимков						
№	Спутник	Дата съемки	Время съемки (UTC)	Разрешение (м)	Высота Солнца (градус)	Примечание: Место съемки
1*	GeoEye-1 США, DigitalGlobe	27.10.2009	08:05:00	0.5	30.14	Вольер питомника «Яшкуль»
2*	Eros-B Израиль, ImageSat International N.V	25.02.2013	10:56:18	0.7	30.25	Вольер питомника «Яшкуль»
3**	Plaedies Франция, EADS-	15.01.2014	08:08:41	0.5	21.3	Вольер питомника «Яшкуль»

	Astrium					
4*	Eros-B Израиль, ImageSat International N.V	22.11.2012	10:55:05	0.7	17.2	Степь Территория заказника «Степной»
5*	Eros-B Израиль, ImageSat International N.V	12.12.2013	10:52:33	0.8	40.49	Степь Территория заказника «Степной»
6**	Plaadies Франция, EADS- Astrium	22.03.2014	08:00:59	0.5	43.01	Степь Территория заказника «Степной»
* - использован снимок из внутренних архивов компании «Сканекс» с разрешения компании ** - снимок приобретен на средства гранта от Saiga Conservation Alliance						

На всех трех снимках удалось выявить объекты, число которых практически соответствовало числу реально находящихся в вольере сайгаков, ошибка была невелика, см. табл. 2.

№	Снимок	Дата	Количество учетных (отдешифрованных) сайгаков	Количество сайгаков по данным сотрудников питомника «Яшкульский»
1	GeoEye-1	27.10.2009	52	56-58
2	Eros-B	25.2.2013	143	116-158
3	Plaadies	15.1.2014	142	153

На снимках сайгаков в вольере (Рис. 1 а, б) были произведены промеры длины и ширины животных. Полученные размерные показатели сайгаков использовали в качестве эталонных в дальнейшем при сравнении с животными, сфотографированными со спутника в степи.

Для выявления признаков, отличающих сайгаков от овец, лошадей и коров, были использованы такие характеристики как: 1. Цвет животных на снимке: сайгаки в зимний период имеют только белый окрас, тогда как овцы, близкие к ним по размеру, могут быть как белыми, так и черными. 2. Длина и ширина животных: сайгаки короче и уже, чем коровы и лошади, т.е. занимают меньше пикселей. 3. Отношение длины тела животного к его ширине: у сайгака эта величина не менее 1.0 (1.74 ± 0.37 ; $N=155$) у овец не больше 1.0. 4. Высота животных (определяется через tg угла падения солнечных лучей и расстояние от животного до его тени – см. врезку на рис. 1): сайгаки ниже, чем коровы, верблюды и лошади.

Полученные параметры были использованы для определения возможности выявления сайгаков при тестировании спутниковых снимков степи. Для этого использовали высокодетальные снимки территории заказника «Степной» (Астраханская область) – см. табл. 1 (№№ 4, 5, 6).

На снимках (EROS-B) выявляли скопления копытных в степи, отработывали возможность отличить сайгаков от овец, коров, верблюдов и лошадей на выпасе. В это время снег в степи отсутствовал, сайгаки уже перелиняли (цвет их шерсти стал светлым). В период съемки у сайгака происходит гон, во время которого самцы собирают самок в гаремы, представляющие собой мигрирующие скопления животных. На снимках выявляли скопления копытных в степи, отработывали возможность отличить сайгаков от других копытных на выпасе при отличных условиях и времени съемки, на снимках разного качества. Для проверки предположений о принадлежности наблюдаемых на

спутниковом снимке объектов к тому или иному виду животных по считанным со снимка координатам на местности мы обратились к сотрудникам заказника «Степной», которые подтверждали наличие скоплений сайгака соответственно координатам.

На снимке Plaèdies (приобретен на средства гранта, сделан в марте 2014 года) также не было отмечено снега в степи, а сайгаки еще обладали светлым цветом шерсти. В этот период съемки гон у сайгака подходит к окончанию, и гаремы, в которые самцы собирали самок, обладают рыхлой структурой: животные рассеяны по территории в большей степени, чаще встречаются одиночные сайгаки или совсем небольшие группы (это затрудняет учет). Для проверки предположений о принадлежности наблюдаемых на спутниковом снимке объектов к тому или иному виду животных по считанным со снимка координатам на местности мы обратились к сотрудникам заказника «Степной», с которыми существовала предварительная договоренность о мониторинге ситуации с сайгаком в период, когда производилась съемка из космоса. Они подтвердили наличие скоплений сайгака соответственно координатам.

Для анализа снимков использовали программы ScanEX IMAGE Processor. Дистанции между группами и между животными в группах вычисляли с помощью программы MapInfo Professional 8.0 SCP. Для статистических расчетов использовали программу Statistics 8.0.

По результатам анализа снимка вольеры с сайгаками в питомнике «Яшкульский» спутником Plaèdies (рис. 1) были получены следующие размерные показатели сайгаков.

длина – Mean±SD=0.91±0.18,

ширина – 0.54±0.13,

отношение длины тела к ширине у сайгака – 1.74±0.37; (N=154).

Сайгак на снимке занимает около двух пикселей, с учетом отбрасываемой тени – до четырех пикселей; это зависит от угла падения солнечных лучей в момент съемки и угла, под которым был произведен снимок спутником (Рис. 1).

Подсчет сайгаков – см. рис. 1, на каждом из трех использованных снимков вольера в питомнике «Яшкульский» и сравнение полученных при анализе снимка данных с реальным числом сайгаков в вольере (по данным сотрудников питомника «Яшкульский») показали, что при количестве животных в вольере от 56 до 153 ошибка подсчета составила 1-27 животных. Таким образом, полученные размерные показатели могут быть использованы для выявления сайгаков на спутниковых снимках.

На рис. 2 показаны отличия скопления сайгаков от смешанного скопления других животных.

На снимке территории заказника «Степной» EROS-B, 2012 год (табл. 1, №4), который использовали для тестирования возможности выявления сайгаков, было обнаружено 17 скоплений животных, их которых 14 были опознаны как скопления сайгаков (рис. 4). На снимке территории заказника «Степной» Plaèdies, 2014 год (табл.1, №6), который использовали для тестирования возможности выявления сайгаков, было обнаружено 8 скоплений животных, их которых все 8 были опознаны как скопления сайгаков.

По тестируемому спутниковому снимку EROS-B, 2012 год (табл. 1, №4) оказалось возможным охарактеризовать единовременное распределение скоплений животных на большой территории (265.6 км²), вычислить расстояния между ними (рис. 4_в) и произвести учет сайгака в скоплениях (MIN: 16; MAX: 1657 животных), определить координаты этих скоплений. Это позволяет использовать примененный подход для последующей разработки метода учета сайгаков с использованием спутниковых снимков высокого разрешения. Анализ другого тестируемого снимка Plaèdies, 2014 год (табл.1, №6), показал, что при данных условиях съемки степи (специфика условий освещения) целесообразнее использовать такое сочетание характеристик животных, как размер животных и структура стада. На данном снимке (площадь 226 км²) было обнаружено 8 скоплений копытных, из которых все 8 – сайгаки, другие копытные отсутствуют, что подтверждено данными сотрудников заказника «Степной».

Для сравнительного описания структуры стад сайгаков и отар овец использовали снимок EROS-B, 2013 год (табл. 1, №5). Для этого животные в скоплениях принимаются за

узловые точки, а расстояния между 3мя ближайшими особями – за связи между точками (рис. 3). Анализ тестируемого снимка показал, что выявленная на основе расстояний между животными внутри скопления структура, и среднее расстояние между животными в скоплении, могут также являться отличительной характеристикой. Эти параметры отличаются для скоплений сайгаков (Mean1) и отар овец (Mean2): t-test: Mean1±SD: 2,84±1,3 Mean2±SD: 2,18±1,51; t=6,58; p<0.005.

Также, оказалось возможным определить тип поведения скоплений животных: перемещаются они или пасутся; на основании такого параметра, как «форма стада». Тип поведения сайгака «пасутся» (см. Рис. 5, а) характеризуется более «округлой» формой фигуры, образующейся, если оконтурить стадо по периметру (по крайним животным). Тип поведения «перемещаются» характеризуется более «вытянутой/удлиненной» формой фигуры, которая образуется, если оконтурить стадо по периметру (рис. 5, б).

Таким образом, нами показано, что дешифрирование высокодетальных снимков, произведенных в соответствующий период года, позволяет одновременно выявить распределение скоплений сайгака на большой территории, подлежащей регулярному мониторингу.

Показано также, что не стоит жестко ориентироваться только на один из указанных в обсуждении параметров, а лучше ориентироваться на весь комплекс выявленных дешифровочных признаков, на сочетание тех параметров, которые четче и яснее выражены на снимке (в зависимости от условий съемки).

Например, если условия по освещению похожи на те, при которых произведен снимок EROS-B, 2012 год (табл. 1, №4), то целесообразнее использовать такие параметры, как цвет и размер животных – они и будут основными отличительными характеристиками. Если же освещение или условия съемки марают цвет, как на снимке Plaedics, 2014 год (табл.1, №6), то удобнее/желательно ориентироваться на размер животных в скоплении и структуру стада. По статистике расстояния между животными в стадах у сайгаков достоверно отличаются от таковых в отарах овец, что видно по снимку EROS-B, 2013 год (табл. 1, №5). По снимку EROS-B, 2012 год (табл. 1, №4) – выборка стад *не* сайгаков (3) – и 2 из них не являются отарами овец, а смешанными стадами овец и КРС или лошадей, поэтому их структуру описывать не представляется целесообразным, на снимке Plaedics, 2014 год (табл.1, №6) отары овец отсутствуют.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей разработки метода учета сайгаков по спутниковым снимкам высокого разрешения. Это открывает новые перспективы для изучения природных группировок сайгака: их распределения и динамики структуры этого распределения, мониторинг судьбы отдельных скоплений, при учете того, что в них будут животные, помеченные спутниковыми ошейниками. Кроме того, по спутниковым снимкам могут быть выявлены такие лимитирующие для сайгака факторы, как количество и распределение скота в степи, состояние степи и степень ее деградации в различных районах.

Такой метод учета имеет минимальную ошибку, а ошибка из-за перемещения животных отсутствует. При учете сайгаков по снимкам животные не будут потревожены. К недостаткам такого метода может быть отнесена низкая вероятность удачного спутникового снимка (т.е. невозможность предсказать дату съемки и результат съемки). По итогам выполнения проекта готовятся публикации для журнала «Доклады Академии Наук» (ДАН), и Saiga News.



Рожнов В.В.

Ячменникова А.А.

Рисунки

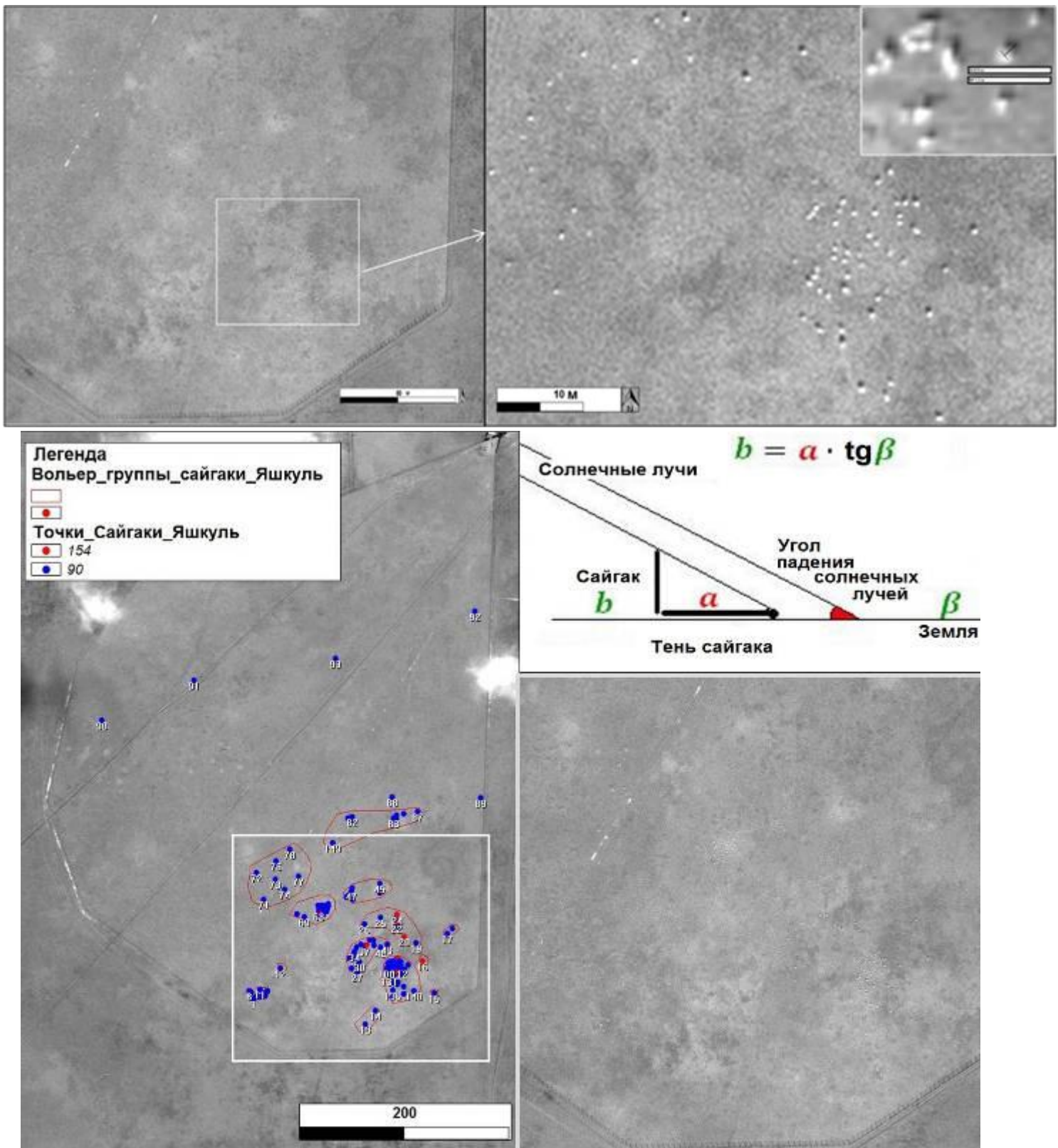


Рис. 1. Снимок питомника с сайгаками. На рисунке показаны сайгаки в вольере (а), способ взятия промеров животных и их тени на увеличенном фрагменте (б), способ обнаружения скоплений и последующего подсчета в них сайгаков внутри вольеры (в), способ вычисления высоты животных через tg угла падения солнечных лучей и длину отбрасываемой животным тени.



Рис. 2. Снимок степи. На снимке видно, что животные в стадах различаются по цвету. На снимке (а) животные разного цвета, что позволяет определить их как *не* сайгаки, на снимке (б) – все животные белые, что позволяет определить их как сайгаков.

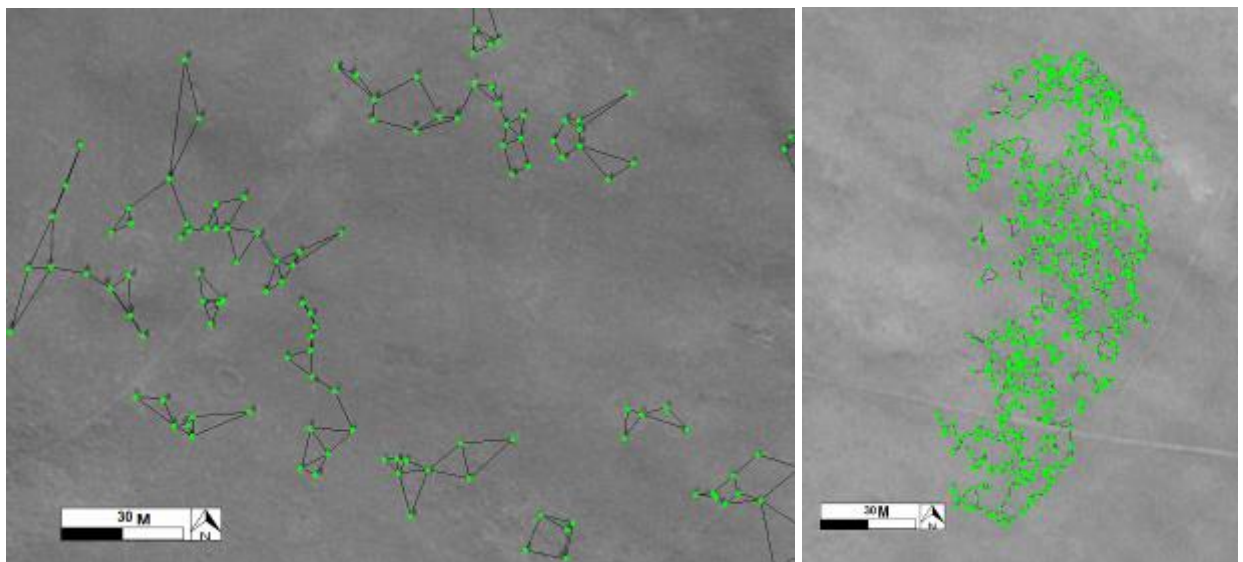
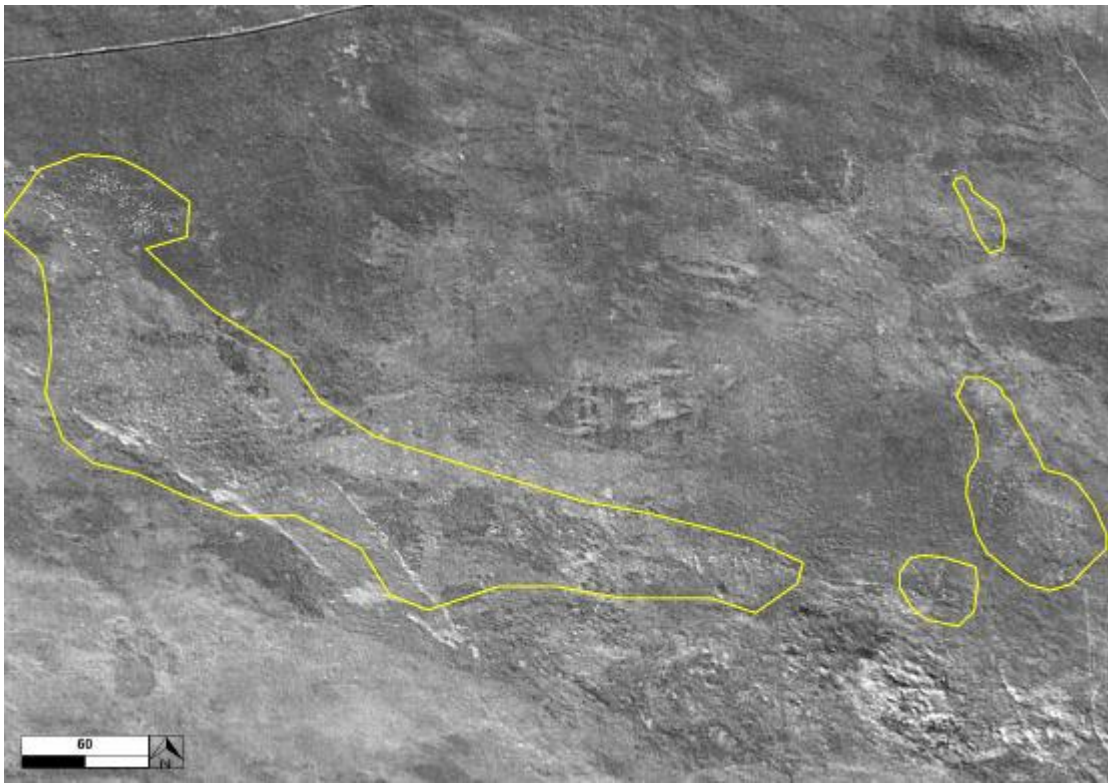


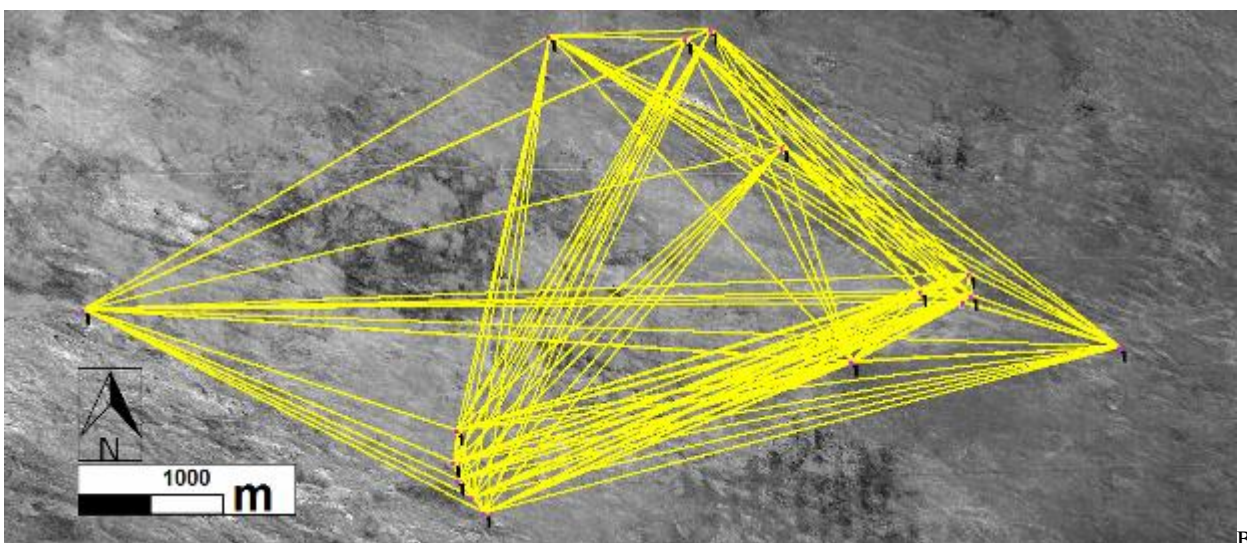
Рис. 3. Расстояния между животными в скоплении сайгаков (а) и в отаре овец (б), характеризующие структуру стад этих животных. При обработке снимка животные выделяются цветными точки.



а



б



в

Рис. 4. Распределение скоплений сайгаков и других копытных в степи (а) и отдельное скопление сайгаков (б), в котором может быть произведен подсчет числа животных. Вычисление расстояния между стадами (в).

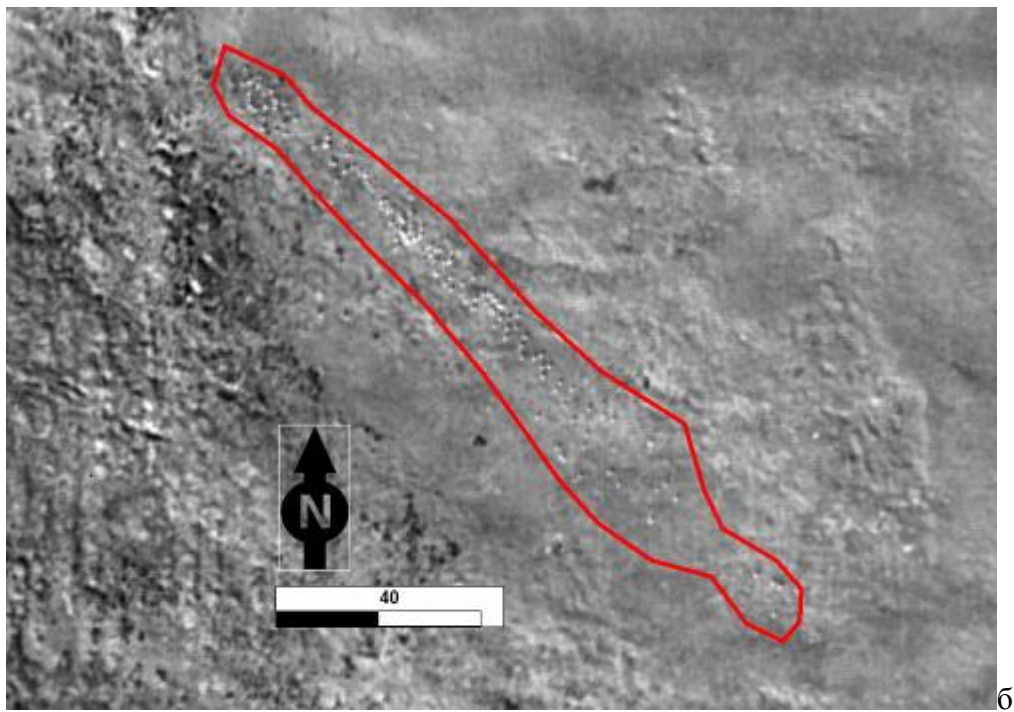


Рис. 5. Снимок степи. На снимке видны группы сайгаков, обладающие разными типами поведения: (а) пасущиеся и (б) передвигающиеся.

II ФИНАНСОВЫЙ ОТЧЕТ

На деньги гранта были приобретены снимки на два участка:

1. Участок Яшкуль, загон, 1 снимок, **2014-01-15, Т 08:08:41**, размер пикселя 0.5, площадь съемки 25 км², Plaedics (оплачен из средств гранта).
Название: DS_PHR1A_201401150808414_FR1_PX_E045N46_0109_00758

Обнаружены животные (в количестве 142 шт).

2. Участок в степи, 3 снимка (1 квадрат), **2014-03-22, Т 08:00:59**, размер пикселя 0.5; площадь съемки 226 км², Plaedics (оплачен из средств гранта).
Название: DS_PHR1A_201403220800593_SE1_PX_E046N45_0723_01956

Обнаружены стада животных (в количестве 8 шт), все опознаны, как сайгаки.

№	Дата	Получено	Потрачено	Курс покупки \$	Курс продажи \$	Курс ЦБ	Стоимость перевода через банк
1.	30.01.2014	7 250.06\$	-	34.4824	35.9623	35.2448	-
2.	12.02.2014	-	9 404 руб.	34.0437	35.5048	34.7964	1.7671 \$
3.	31.03.2014	-	152 420 руб.	34.9151	36.4136	35.6871	28.6409 \$
		Остаток на 30.04.2014					2 768.9883 \$

Документы об оплате снимков и снятии банковского процента прилагаются.