

Особенности формирования мультивременных композитов по материалам съемки с КА типа "Канопус-В" для применения в кадастре

Новиков Сергей Сергеевич

Румянцев Павел Петрович

Малёв Дмитрий Юрьевич

Новикова Полина Евгеньевна

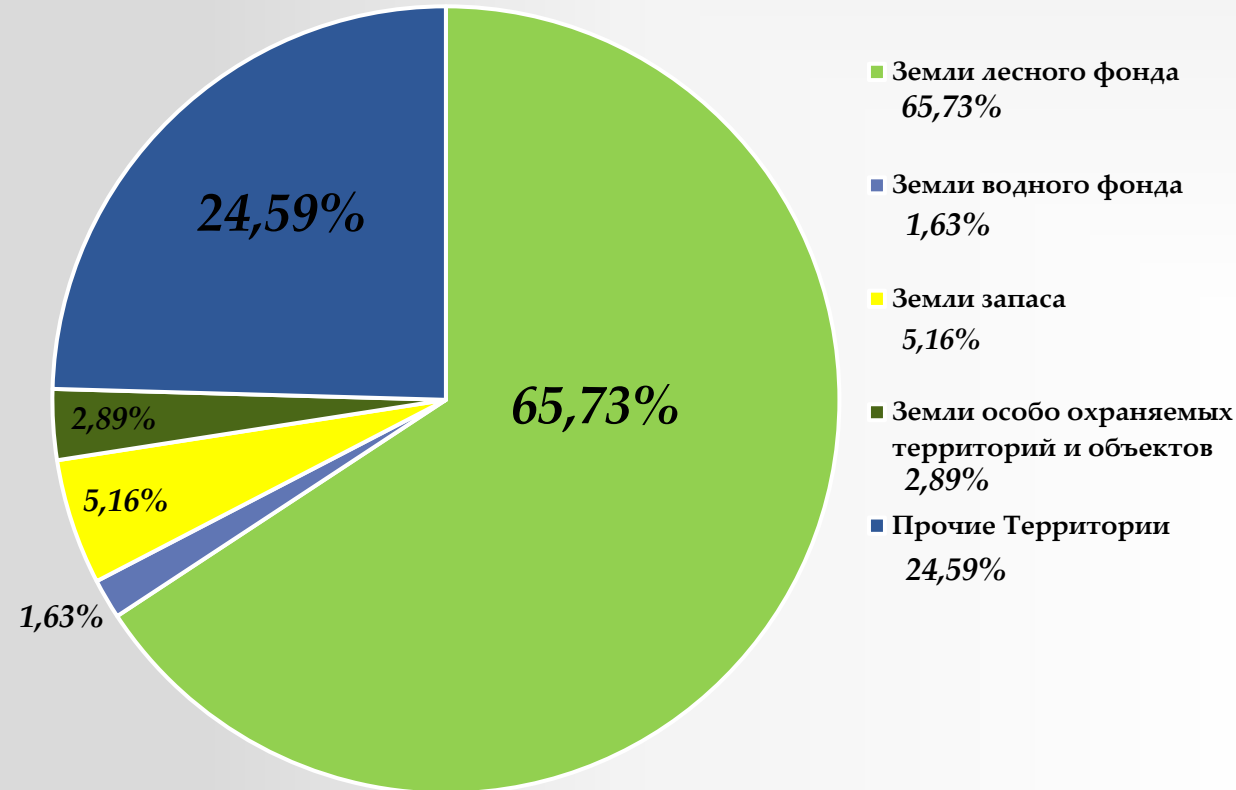
АО «Российские космические системы»

Девятнадцатая международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

15 - 19 ноября 2021 г. Москва

Перечень территорий, которые затрагивает исследование

Площадь России



Территория в тыс.га:

- Общая площадь РФ, 1 712 519,1;
- Земли лесного фонда, 1 125 786,2 ;
- Земли водного фонда, 28 070 ;
- Земли запаса, 88 498,2 ;
- Земли особо охраняемых территорий и объектов 49 641,7.

Согласно сведениям о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2019 (в целом по Российской Федерации).

Изменения в нормативно-правовой документации

<i>№ Приказа</i>	<i>ПРИКАЗ от 1 марта 2016 года N 90</i>	<i>ПРИКАЗ от 23 октября 2020 года N П/0393</i>
Статус	Недействующий	Действующий
Фотограмметрический метод	Величина среднеквадратической погрешности местоположения характерных точек принимается равной 0,0005 метра в масштабе аэроснимка (космоснимка), приведенного к масштабу соответствующей картографической основы.	При определении координат характерных точек фотограмметрическим методом используются материалы аэрофотосъемки и космической съемки, размер проекции пикселя на местности которых не превышает значений, установленных в приложении к настоящим требованиям для соответствующей категории земель и <u>разрешенного использования земельных участков.</u>

В текущей редакции мы пришли к следующим требованиям, использованным в данном исследовании:

- Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса: СКО равное 5 метрам, размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков 60 сантиметров;
- Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов: СКО равное 2.5 метрам, размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков 35 сантиметров.

Экономическое обоснование использования снимков с КА типа «Канопус-В»

Вид данных	Стоимость
Квадратный километр архивной съемки с аппаратов типа «Канопус-В» в панхроматическом режиме через Геопортал Роскосмоса	Около 30 рублей
Съемки территорий с помощью БПЛА за квадратный километр в масштабе 1:10000 с проекцией пикселя на местности в 25 сантиметров	В среднем 20 000 рублей
Аэрофотосъемка с использованием самолета за летный час	От 35 000 тысяч рублей
Тахеометрическая съемка, а также съемка с помощью GPS ГЛОНАСС оборудования	Договорная цена в зависимости от удаленности объекта

Обоснование точности СКО

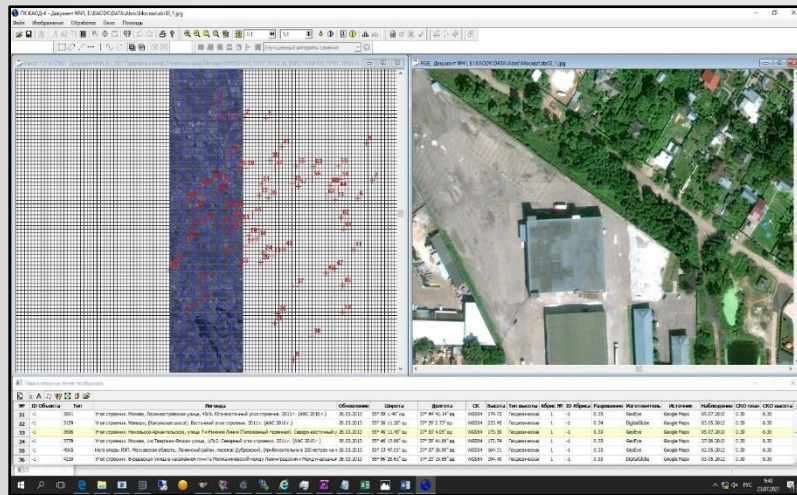


Рис. 1 Абрис и опорная сеть Москвы

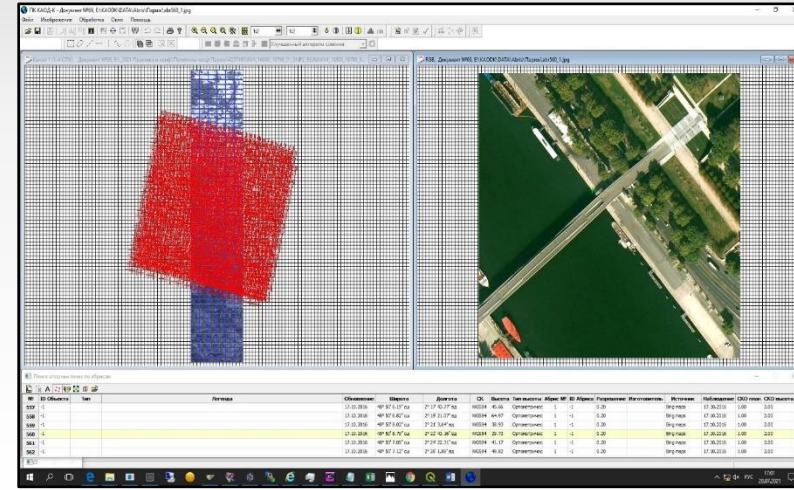


Рис. 2 Абрис и опорная сеть Парижа

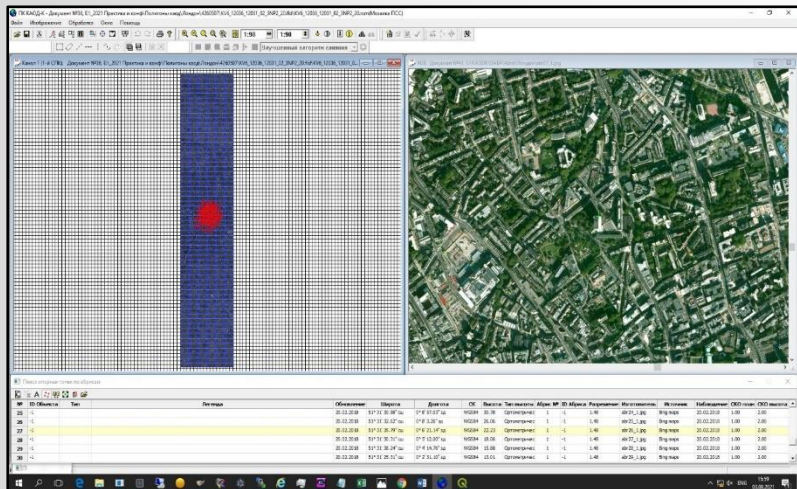
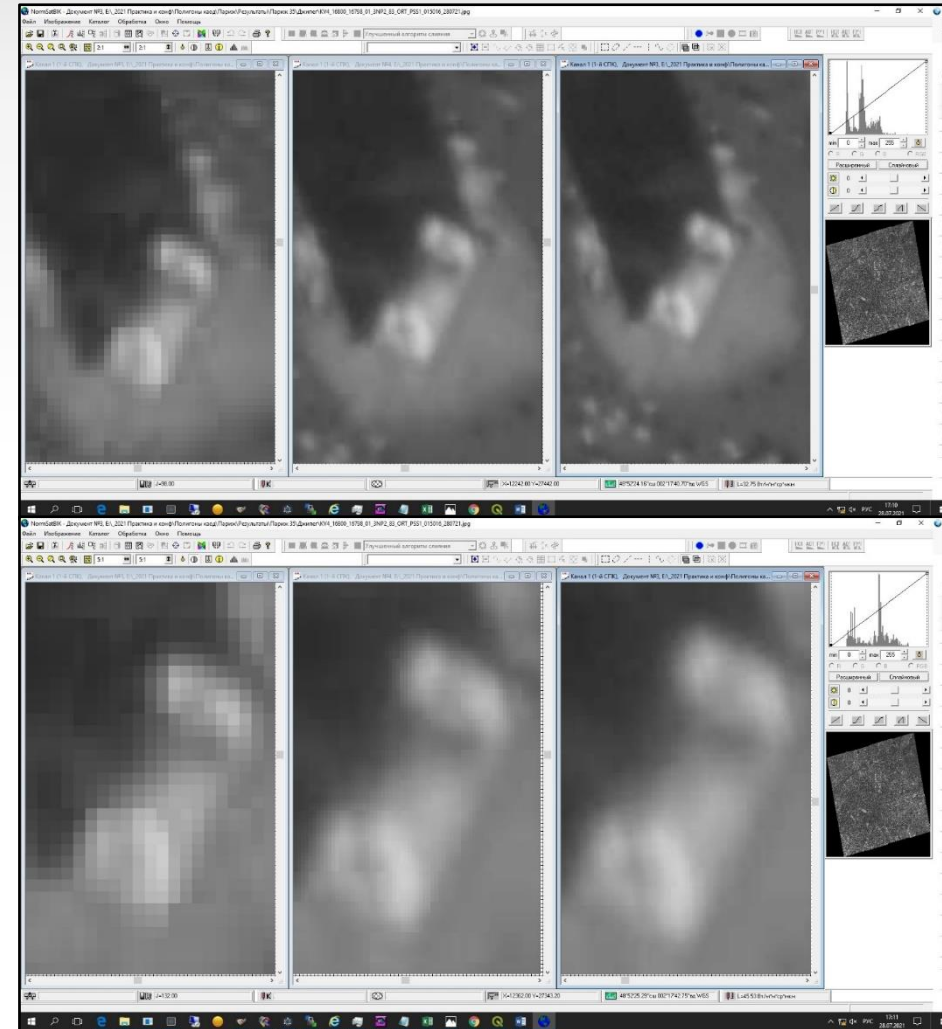
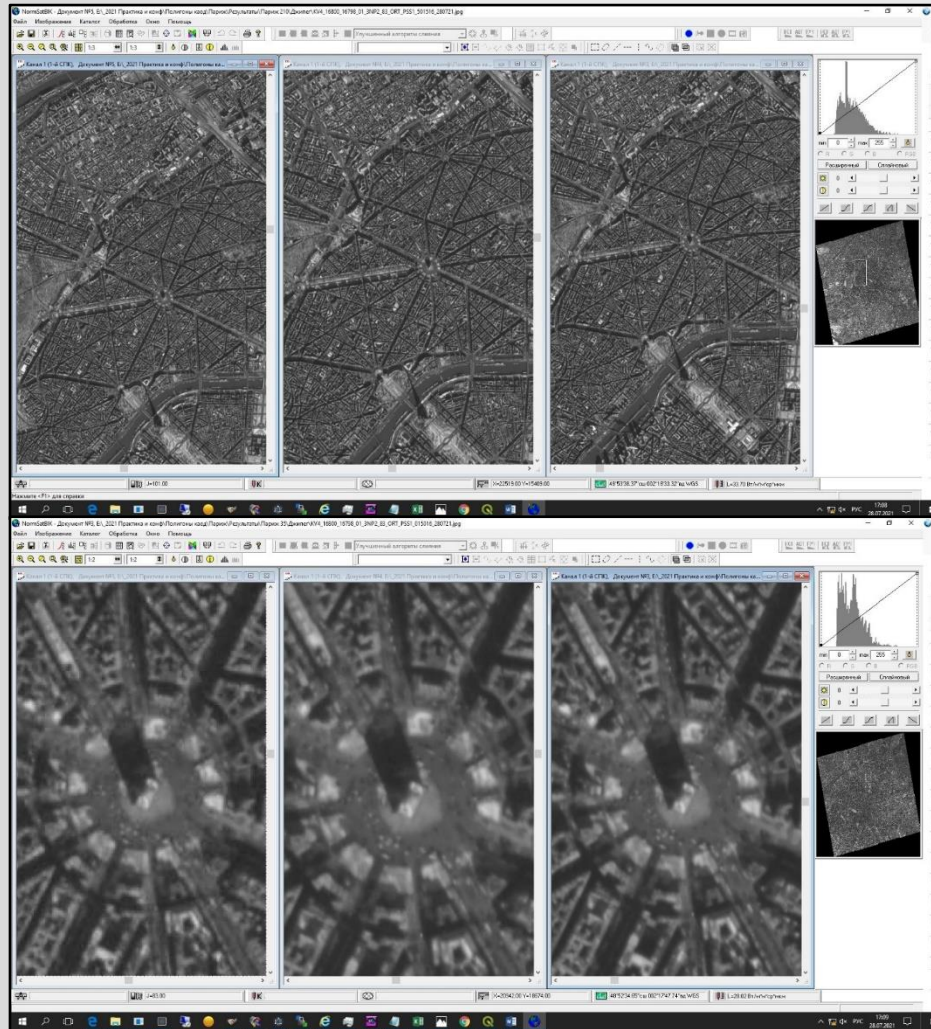


Рис. 3 Абрис и опорная сеть Лондона

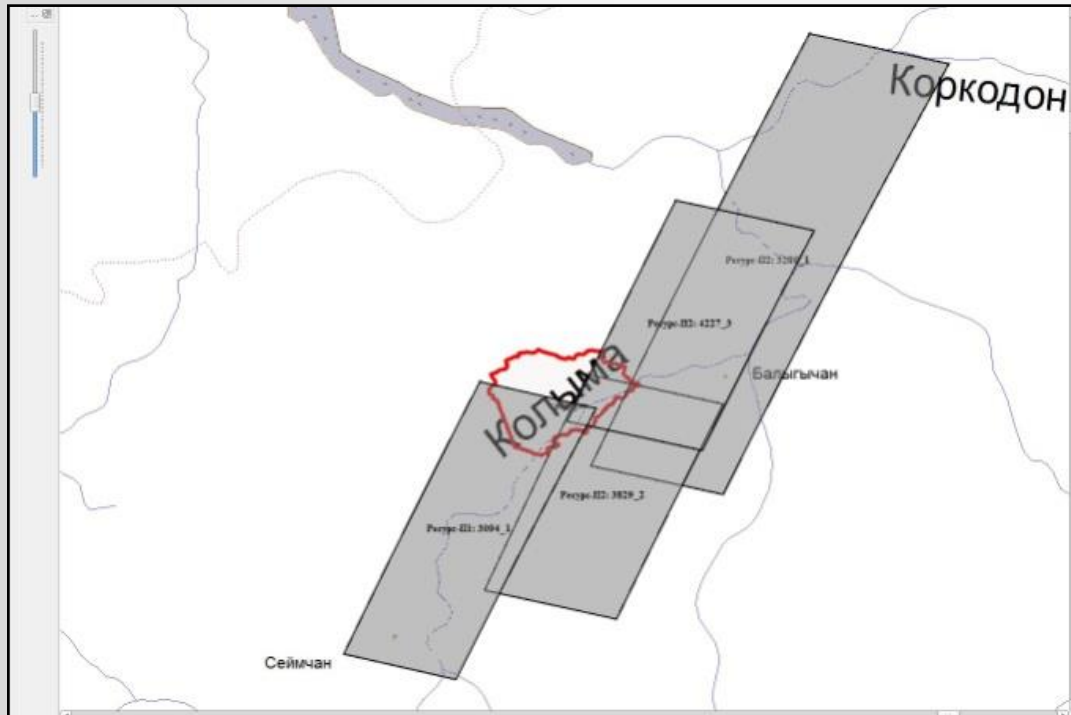
- Для снимков с КА типа «Канопус-В»:
- Опорная сеть Москвы, 30 см (рис.1), СКО – 1.75 м на снимке KV3_19107_19103_03_3NP2_14;
 - Опорная сеть Парижа, 20 см (рис.2), СКО – 2 м на снимке KV4_16800_16798_01_3NP2_83;
 - Опорная сеть Лондона, 100 см (рис.3), СКО – 2.1 м на снимке KV6_12036_12031_02_3NP2_20.

Изменение качества изображения при изменении проекции пикселя во время обработки

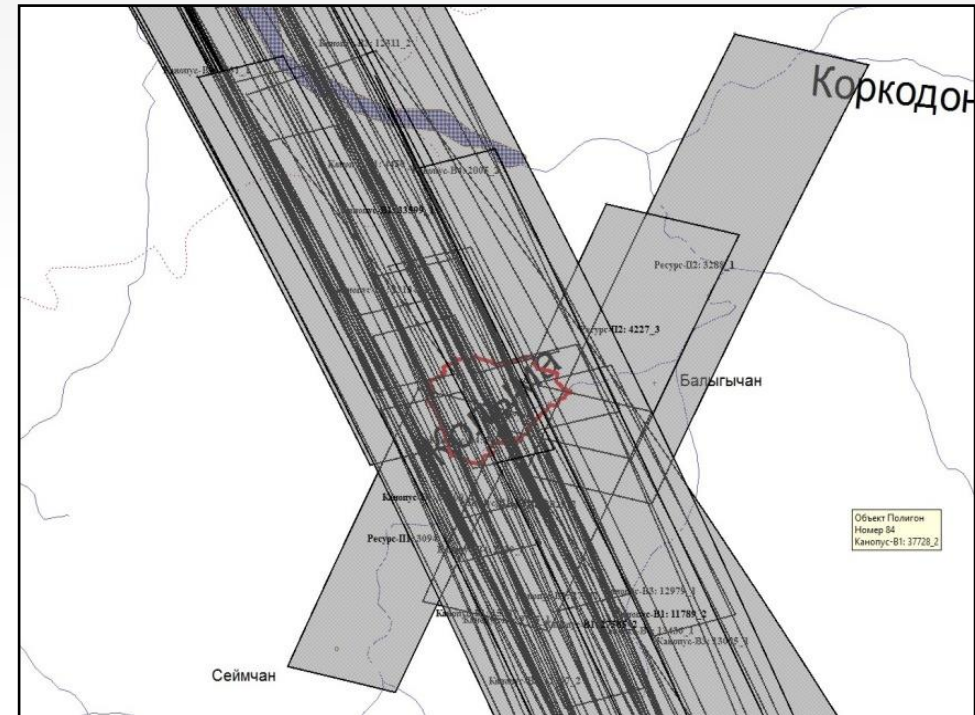


Фрагмент снимка KV4_16800_16798_01_3NP2_83, Париж 210-60-35 сантиметров

Проблема покрытия территорий страны снимками с КА типа «Ресурс-П» на примере заповедника «Магаданский» Сеймчанского участка

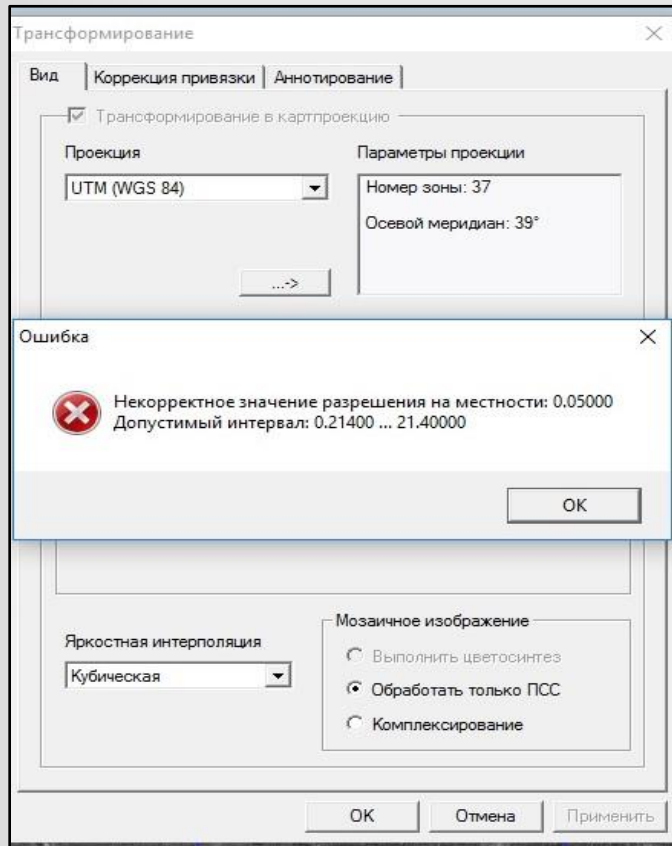


Кол-во снимков заповедника «Магаданский»
Сеймчанского участка, 25.06.2013 - 25.06.2020
КА типа «Ресурс-П»



Кол-во снимков заповедника «Магаданский»
Сеймчанского участка, 25.06.2013 - 25.06.2020
КА типа «Ресурс-П» и «Канопус-В»

Проблемы обработки



Интервал значений возможного разрешения пикселя на местности



Предельное количество пикселей

Из-за невозможности получить размер проекции пикселя на местности менее 21 сантиметра на снимках с КА «Канопус-В», обработанных по штатной технологии, результаты будут неприменимы для:

- земельных участков (ЗУ), отнесенных к землям населённых пунктов (требование к размеру проекции пикселя на местности составляет 5 сантиметров);
- ЗУ, отнесенных к землям с/х назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства (требование к размеру проекции пикселя на местности составляет 7 сантиметров);
- ЗУ, отнесенных к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям для обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения (требование к размеру проекции пикселя на местности составляет 9 сантиметров).

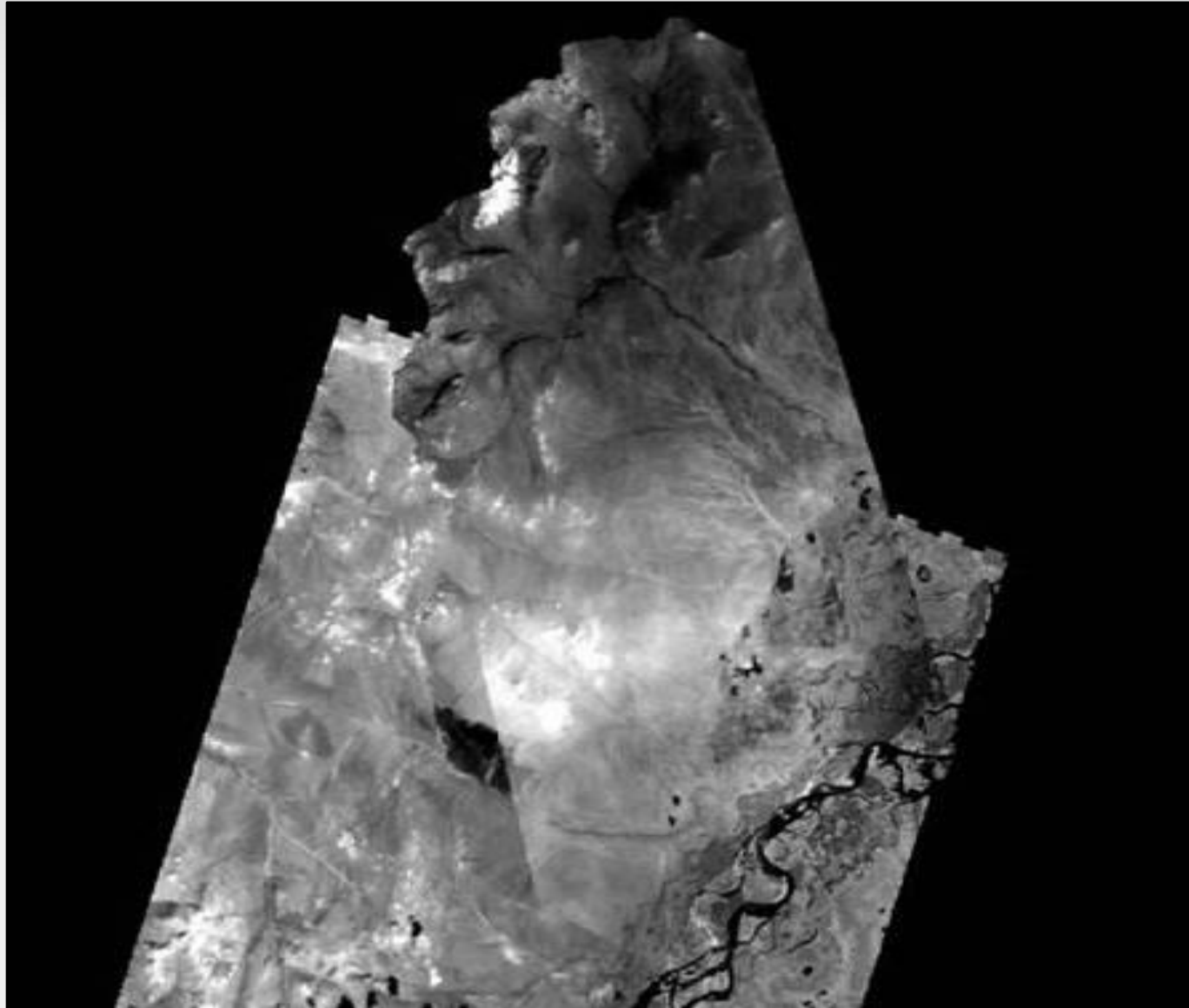
Обработка снимков штатной технологией

Таблица №1. СКО продукции, трансформированной в картографическую проекцию с использованием цифровой модели рельефа

Заповедник «Магаданский» Сеймчанский участок				
Номер маршрута съемки	Геопривязка LandSat, исходные материалы, СКО м.	Геопривязка LandSat, уточненные материалы, СКО м.	Геопривязка LandSat, ортотрансформированная продукция, СКО м.	Геопривязка Google Earth, ортотрансформированная продукция, СКО м.
KV1_27587_27585_02_3NP2_20	53,9184	36,6666	44,662	60,6248
KV3_01442_01442_02_3NP2_07	2417,0246	25,5404	41,2179	33,6083
KV4_03191_03189_01_3NP2_20	17,9771	9,6193	15,7793	13,0554
Заповедник «Брянский лес» Суземский район				
KV4_01501_01494_02_3NP2_08	22,3486	13,1706	19,4573	14,5423
KV5_03930_03922_03_3NP2_08	32,9959	11,3778	17,8542	15,8497
KV6_08653_08644_02_3NP2_09	25,3005	16,2475	18,6523	18,9735
Висимский государственный природный биосферный заповедник (Кировградский городской округ)				
KV5_06871_06866_01_3NP2_32	21,4743	17,9189	31,6977	28,4761
KV4_07494_07489_02_3NP2_83	14,7892	13,6695	33,459	31,5478
KV3_13729_13727_01_3NP2_07	40,0481	33,9972	27,7371	23,5754

Выводы: изготовить продукцию, отвечающую требованиям точности при кадастровых работах с ООТ, используя наиболее доступные опорные покрытия, не удалось. Также было установлено, что оба покрытия дают примерно одинаковую точность.

Обработка снимков штатной технологией



Совмещение снимков с КА типа "Канопус-В» и КА типа «Ресурс-П»

Обработка снимков штатной технологией

Таблица №2. СКО точек набранных на снимках с КА «Канопус-В» и КА «Ресурс-П»

Point #	Point ID	> Color	X Input	Y Input	> Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1	■	507854.291	7061192.313	■	507851.542	7061192.007	Control	2.219	1.127	2.488	1.095	
2	GCP #2	■	512076.146	7063968.247	■	512070.733	7063965.091	Control	1.133	0.823	1.401	0.616	
3	GCP #3	■	511774.327	7069159.696	■	511764.890	7069141.175	Control	-0.202	-1.838	1.849	0.813	
4	GCP #4	■	511907.216	7070316.926	■	511894.238	7070294.323	Control	-3.137	-3.282	4.540	1.997	-0.06
5	GCP #5	■	506417.708	7065869.862	■	506411.756	7065860.042	Control	1.406	4.200	4.429	1.949	0.82
6	GCP #7	■	502598.817	7053005.071	■	502596.487	7053015.270	Control	-1.789	-2.860	3.373	1.484	0.68
7	GCP #6	■	504178.310	7052978.149	■	504177.884	7052991.978	Control	0.152	-0.822	0.836	0.368	0.55
8	GCP #9	■	504453.101	7054682.160	■	504449.865	7054692.519	Control	-1.763	-0.480	1.827	0.804	0.77
9	GCP #8	■	506551.710	7056959.413	■	506550.547	7056965.445	Control	1.561	-1.401	2.097	0.923	0.73
10	GCP #10	■	505340.279	7055984.814	■	505337.920	7055994.397	Control	-0.179	1.001	1.017	0.447	-0.10
11	GCP #11	■	504647.047	7055397.933	■	504643.415	7055410.173	Control	-1.778	2.933	3.430	1.509	0.84
12	GCP #12	■	507531.614	7055180.932	■	507529.556	7055192.952	Control	-0.227	-0.613	0.653	0.287	0.66
13	GCP #13	■	507293.679	7058761.143	■	507293.389	7058764.185	Control	3.394	-0.802	3.488	1.534	0.51
14	GCP #14	■	500317.102	7057737.278	■	500314.596	7057739.100	Control	0.427	2.304	2.343	1.031	0.76
15	GCP #16	■	502934.093	7058191.638	■	502929.668	7058193.161	Control	-1.174	0.552	1.297	0.571	0.82
16	GCP #15	■	506696.916	7059854.154	■	506694.581	7059856.336	Control	1.901	1.539	2.446	1.076	0.00
17	GCP #18	■	508261.539	7069302.544	■	508250.519	7069282.482	Control	-1.821	0.376	1.859	0.818	0.90
18	GCP #20	■	503519.882	7064609.981	■	503515.328	7064595.650	Control	2.054	-0.526	2.121	0.933	0.92
19	GCP #19	■	505549.283	7062527.959	■	505544.768	7062520.532	Control	1.075	-0.568	1.216	0.535	0.50
20	GCP #21	■	497565.883	7062382.757	■	497559.465	7062365.669	Control	-1.159	-2.840	3.067	1.349	0.44
21	GCP #22	■	505310.649	7068600.988	■	505301.732	7068581.166	Control	-0.176	1.800	1.809	0.796	0.78
22	GCP #24	■	501853.673	7062348.617	■	501847.144	7062337.115	Control	-1.150	-1.489	1.882	0.828	0.62
23	GCP #25	■	510186.494	7066441.871	■	510177.873	7066429.608	Control	-0.848	-0.537	1.004	0.442	0.71
24	GCP #23	■	497454.276	7068189.085	■	497445.340	7068162.539	Control	-0.657	1.707	1.829	0.805	0.07
25	GCP #26	■	506870.691	7072337.578	■	506860.098	7072310.626	Control	0.143	2.094	2.099	0.923	0.16
26	GCP #27	■	503940.720	7070364.418	■	503930.167	7070335.974	Control	-0.939	-1.284	1.590	0.700	0.23
27	GCP #28	■	498961.432	7075011.018	■	498949.884	7074966.982	Control	0.326	-0.935	0.990	0.436	0.77
28	GCP #30	■	495503.067	7074731.918	■	495491.622	7074686.604	Control	0.175	0.475	0.506	0.223	0.78
29	GCP #31	■	491116.339	7078521.385	■	491103.921	7078461.630	Control	1.033	-0.654	1.222	0.538	0.30
30	GCP #29	▶			▶			Control					

Исходя из данных, представленных в таблице 2, СКО местоположения характерных точек для снимков с КА типа «Канопус-В» составило в среднем 2.024 метра, при изначальной точности привязки снимка КА типа «Ресурс-П» в 2.3 м.

Выводы:

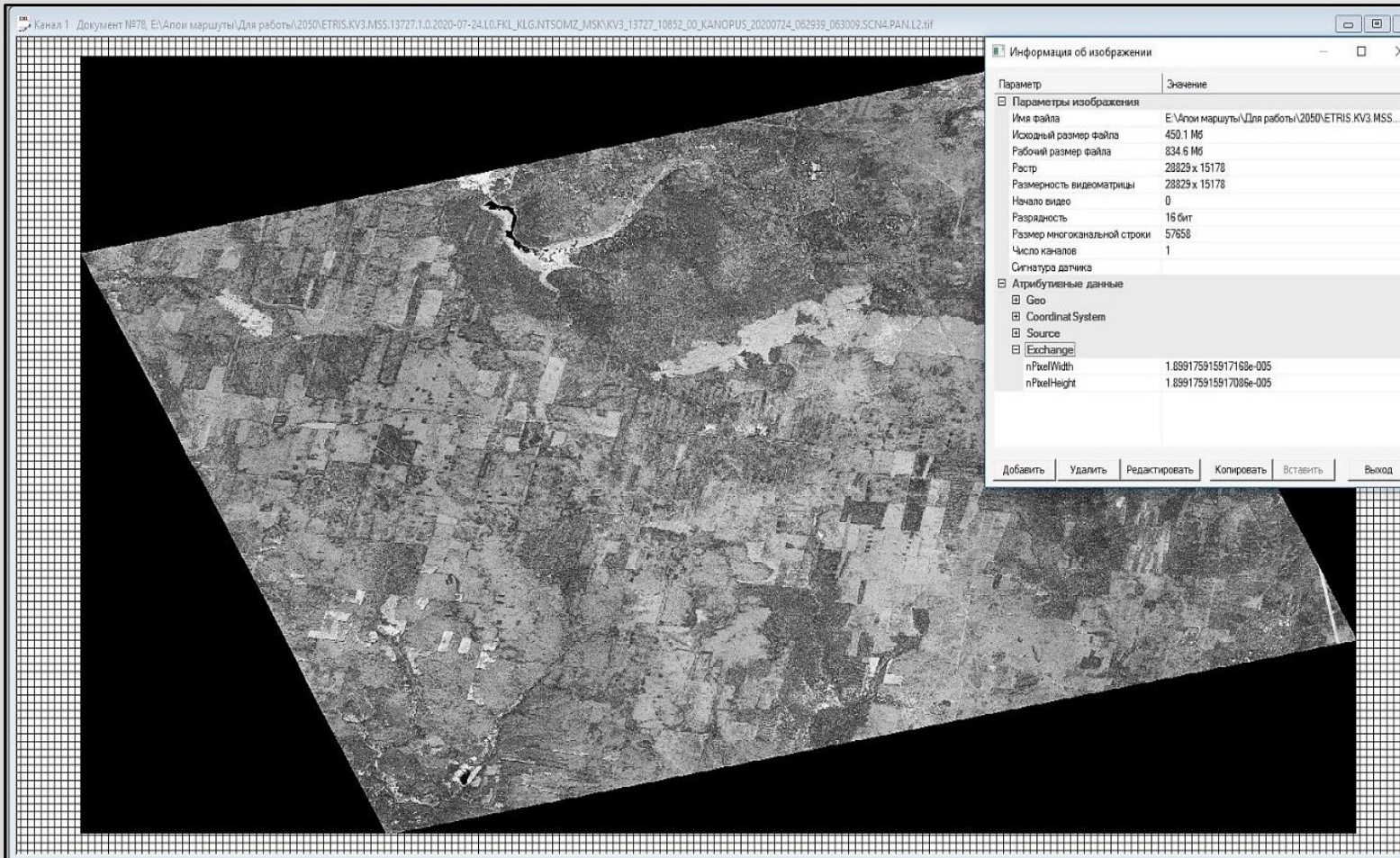
- данная технология применима в кадастре, так как позволяет добиться необходимых значений проекции пикселя на местности;
- некоторые маршруты с КА типа «Канопус-В», при использовании в качестве опорного покрытия снимков с КА типа «Ресурс-П», отвечают необходимым значением СКО.

Обработка снимков, заказанных через Геопортал Роскосмоса

Таблица № 3. Оценка качества привязки маршрутов по технологии АПОИ

<i>Название маршрута АПОИ из Геопортала Роскосмоса</i>	<i>Имя сцены</i>	<i>Проверка СКО по GOOGLE</i>	<i>СКО</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
ETRIS.KVIK.MSS.21437.2.0.2021-05-26.L0.PL_HBR.NTSOMZ_MSK	KVI_21437_16295_01_KANOPUS_20210526_064004_064119.SCN10.PAN.L2	2,548	2,955	0,457	12,15
ETRIS.KVIK.MSS.21194.2.0.2021-05-10.L0.PL_HBR.NTSOMZ_MSK	KVI_21194_16066_01_KANOPUS_20210510_063558_063728.SCN15.PAN.L2	4,1626	1,437	0,447	6,95
ETRIS.KV3.MSS.18768.2.0.2021-06-21.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV3_18768_15343_01_KANOPUS_20210621_063842_064022.SCN18.PAN.L2	9,772	1,77	0,914	8,691
ETRIS.KV3.MSS.13727.1.0.2020-07-24.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV3_13727_10852_00_KANOPUS_20200724_062939_063009.SCN4.PAN.L2	14,0716	3,01	0,933	15,05
ETRIS.KV4.MSS.18572.1.0.2021-06-08.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV4_18572_14312_00_KANOPUS_20210608_063849_064029.SCN18.PAN.L2	6,3564	1,465	1,09	6,34
ETRIS.KV4.MSS.7489.2.0.2019-06-09.L0.PL_HBR.NTSOMZ_MSK	KV4_07489_05326_01_KANOPUS_20190609_063343_063523.SCN07.PAN.L2	13,2454	2,988	0,426	12,65
ETRIS.KV5.MSS.8627.1.0.2020-07-17.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV5_08627_06564_00_KANOPUS_20200717_063641_063709.SCN5.PAN.L2	3,2301	1,725	0,165	6,473
ETRIS.KV5.MSS.6866.1.0.2020-03-23.L0.VSTCH_UGL.NTSOMZ_MSK	KV5_06866_05140_00_KANOPUS_20200323_064329_064423.SCN06.PAN.L2	20,7999	3,029	0,404	12,45
ETRIS.KV6.MSS.9508.1.0.2020-09-13.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV6_10009_07653_01_KANOPUS_20201016_063912_063942.SCN05.PAN.L2	4,2116	1,855	0,504	8,004
ETRIS.KV6.MSS.9508.1.0.2020-09-13.L0.FKL_KLG.NTSOMZ_MSK	KV6_09508_07224_00_KANOPUS_20200913_063928_064103.SCN23.PAN.L2	20,3246	2,431	0,19	9,163

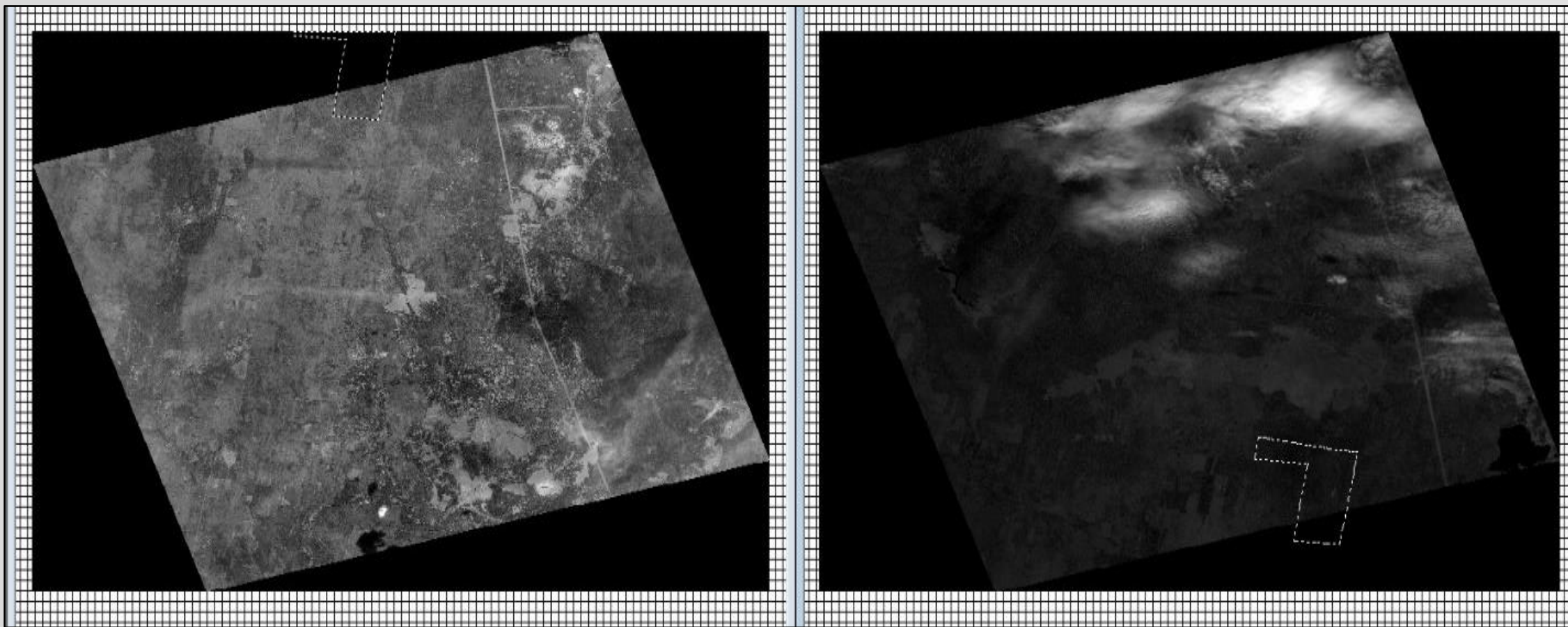
Обработка снимков, заказанных через Геопортал Роскосмоса



На текущий момент нет возможности задать размер пикселя при обработке средствами АПОИ через Геопортал Роскосмоса, поэтому достигнуть необходимого значения проекции пикселя на местности равной 60 и 35 сантиметров по данной технологии не представляется возможным (размер пикселя указывается в метаданных изображения и его разрешение на местности составляет 1.89 метра).

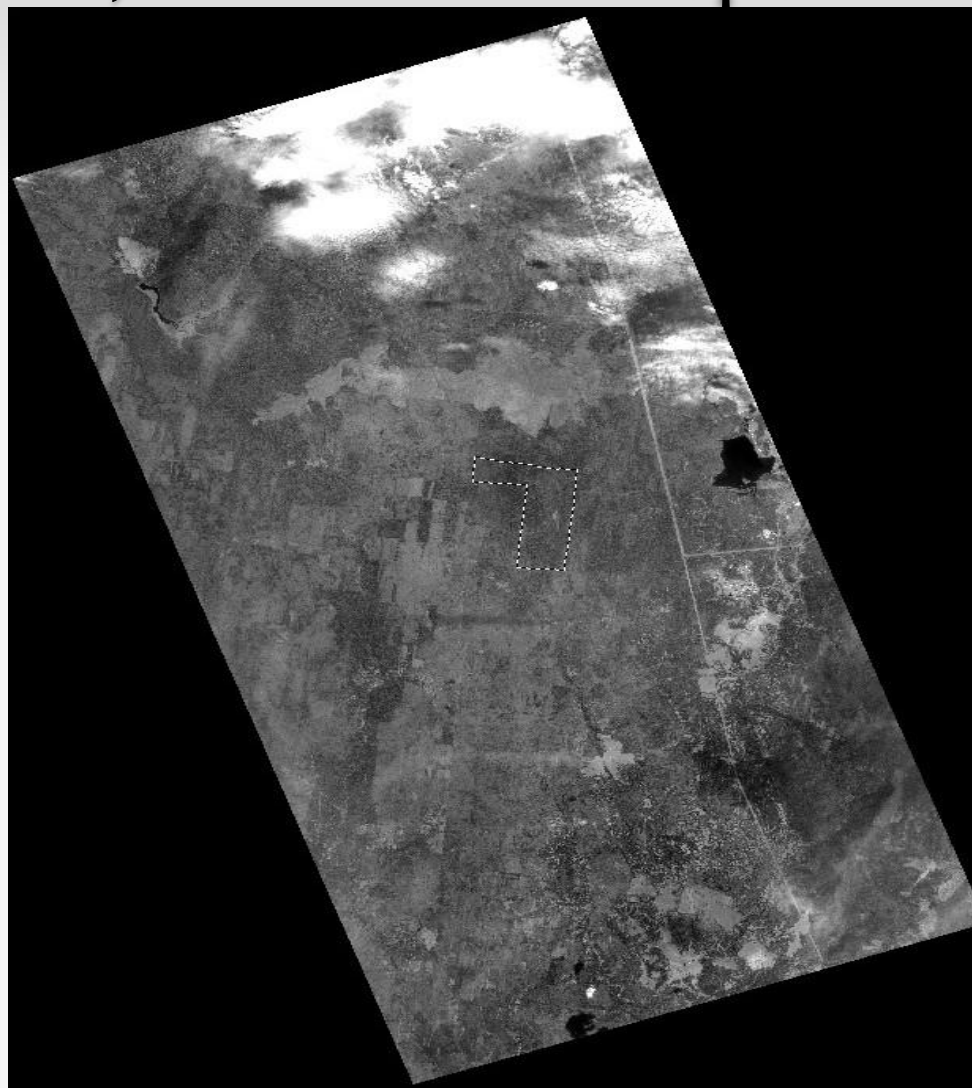
Размер проекции пикселя в маршрутах АПОИ

Обработка снимков, заказанных через Геопортал Роскосмоса



Сцены KV4_07489_05326_01_KANOPUS_20190609_063343_063523.SCN07.PAN.L2
и KV4_07489_05326_01_KANOPUS_20190609_063343_063523.SCN08.PAN.L2

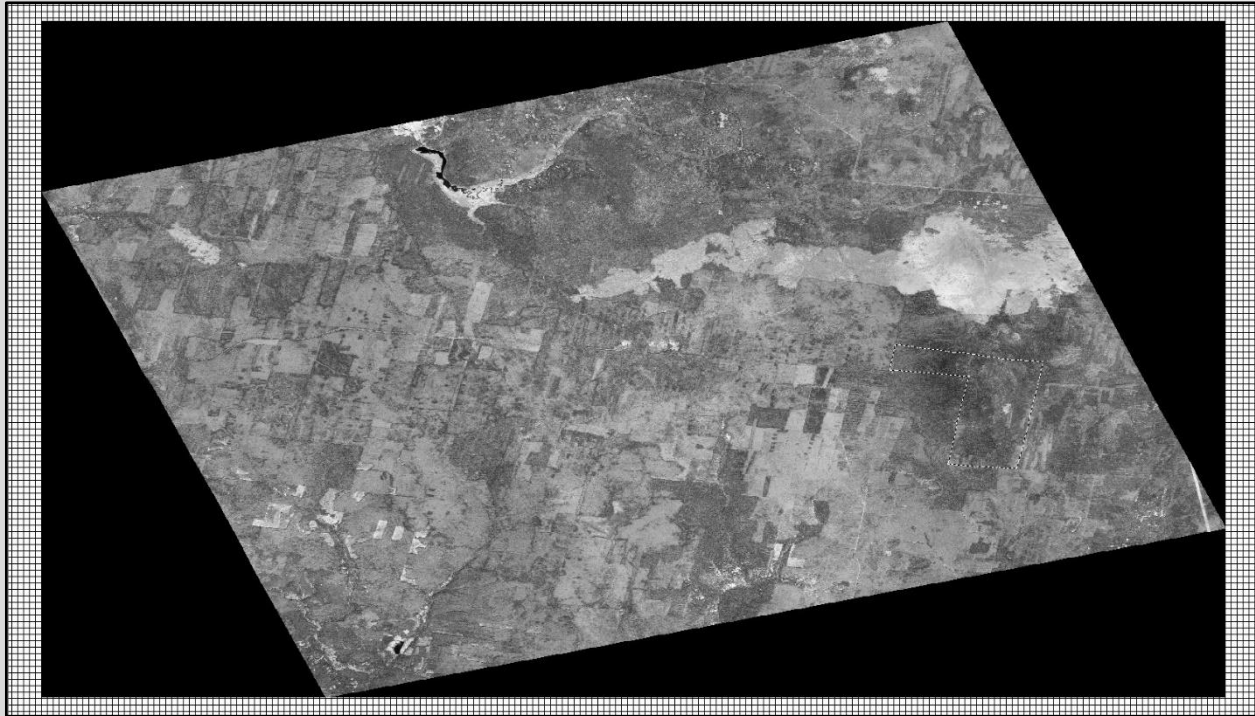
Обработка снимков, заказанных через Геопортал Роскосмоса



Мозаика составленная из сцен

KV4_07489_05326_01_KANOPUS_20190609_063343_063523.SCN07.PAN.L2
и KV4_07489_05326_01_KANOPUS_20190609_063343_063523.SCN08.PAN.L2

Обработка снимков, заказанных через Геопортал Роскосмоса



KV3_13727_10852_00_KANOPUS_20200724_062939_063009.SCN4.PAN.L2

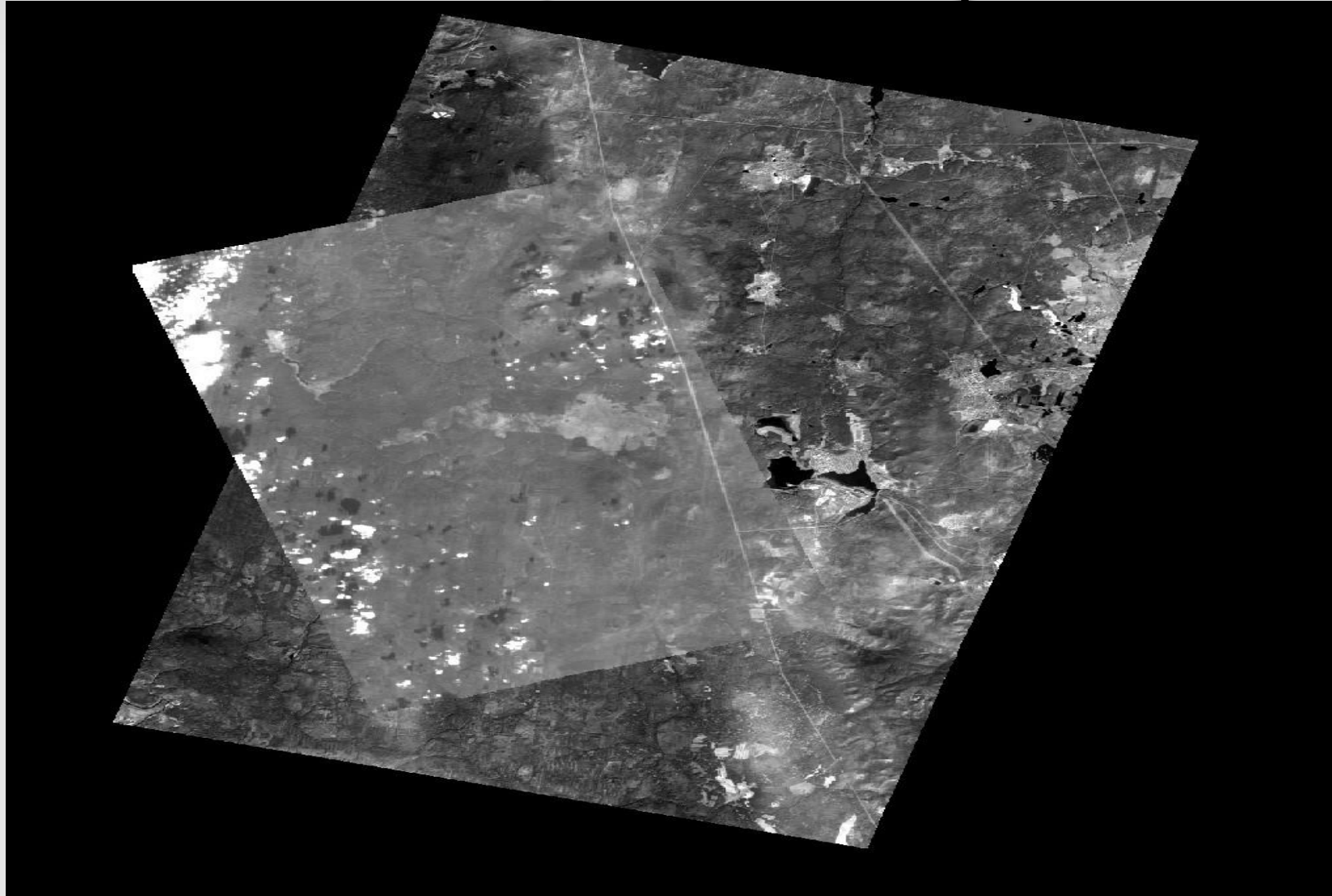
Результаты:

- Информация получена в виде набора равновеликих (кроме последней) сцен, а район интереса может находиться на нескольких сценах;
- Размер сцены пользователь задать не может;
- Маршруты, полученные данным образом, подходят по точности СКО для использования в кадастре, однако СКО указано на весь маршрут и данная конкретная сцена без дополнительной проверки по стороннему опорному покрытию не может однозначно отвечать требованиям точности;
- Высокая средняя точность привязки для данных, обработанных подобным образом.

Выводы:

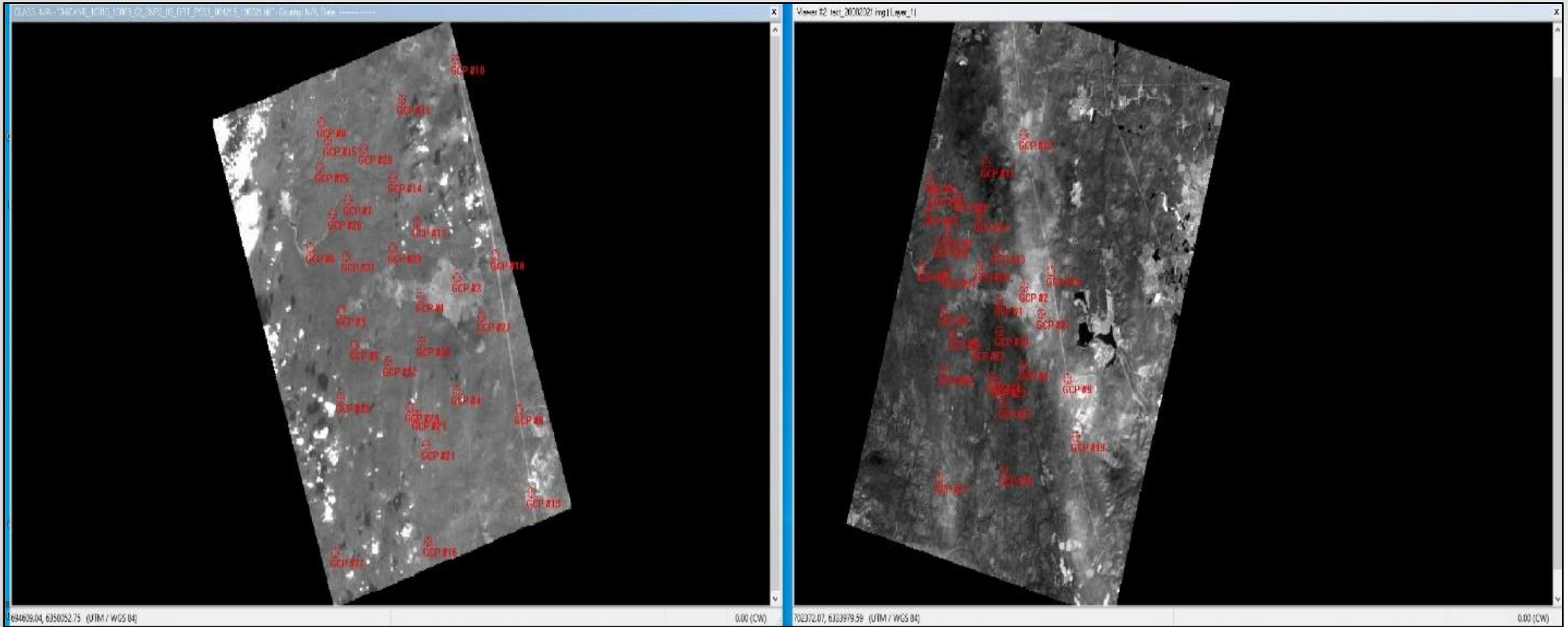
Приходится констатировать, что на текущий момент данные, обработанные по рассмотренной технологии, не могут быть использованы в кадастре, так как не отвечают требованиям, предъявляемым к размеру проекции пикселя на местности и нет однозначного указания значения СКО для конкретной сцены маршрута.

Обработка снимков, комбинированным методом



Наложение фрагмента снимка KV6_10010_10009_02 на сцену
RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945

Обработка снимков, комбинированным методом



Набор опорных точек на сцене
RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка
KV6_10010_10009_02

Обработка снимков, комбинированным методом

Таблица №4. СКО опорных точек на сцене RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка KV6_10010_10009_02

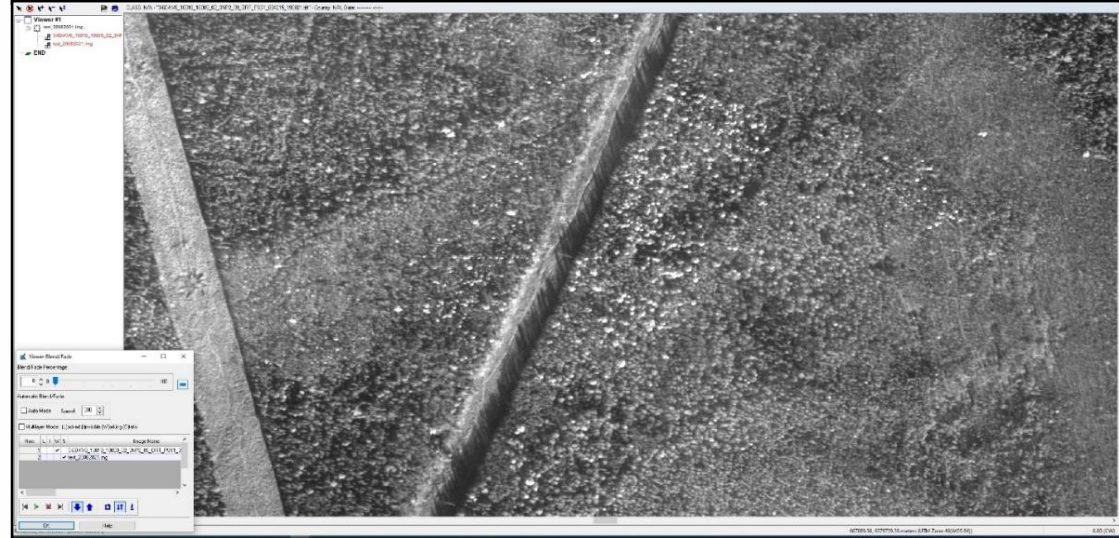
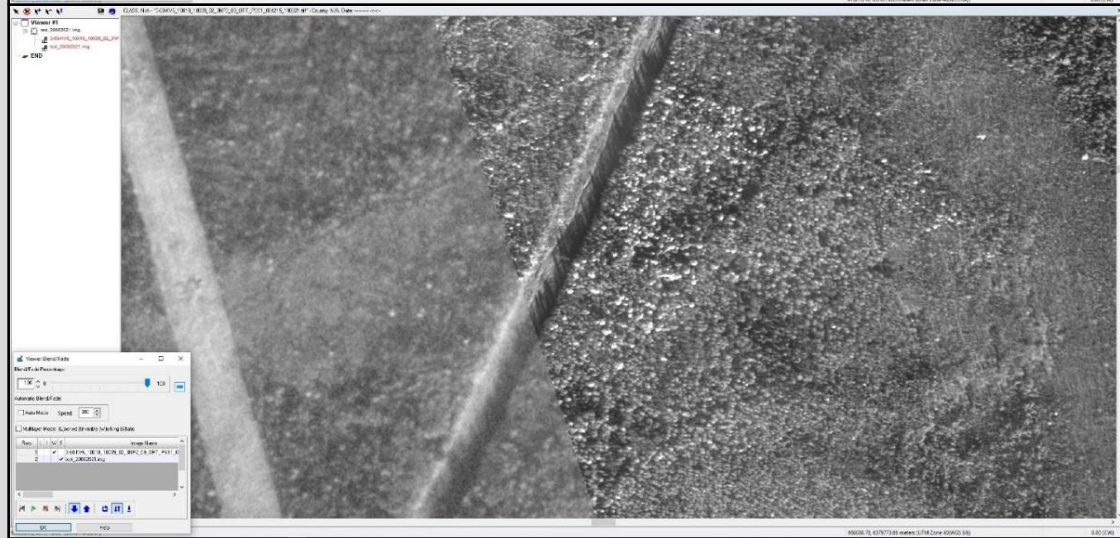
GCP Tool : (Input : i20t.gcc) (Reference : r20t.gcc)

File View Edit Help

Control Point Error: (X) 0.8604 (Y) 0.8542 (Total) 1.2124

Point #	Point ID	>	Color	X Input	Y Input	>	Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #1			662641.150	6365901.685			662639.929	6365899.688	Control	-0.837	1.611	1.816	1.498	
2	GCP #2			666088.523	6367342.198			666088.672	6367340.880	Control	1.787	-0.098	1.790	1.476	
3	GCP #3			654986.080	6364882.510			654984.644	6364875.878	Control	-1.000	-1.456	1.766	1.457	
4	GCP #4			666030.983	6359044.064			666034.060	6359040.435	Control	1.701	-0.565	1.792	1.478	
5	GCP #5			656273.485	6362341.863			656274.583	6362337.351	Control	-0.142	0.958	0.969	0.799	
6	GCP #6			652047.428	6369505.347			652045.122	6369501.726	Control	1.459	0.779	1.654	1.364	
7	GCP #7			655633.537	6373023.027			655628.546	6373018.371	Control	-1.935	-0.122	1.939	1.599	0.289
8	GCP #8			653094.540	6378740.417			653089.306	6378736.809	Control	-0.219	0.510	0.555	0.458	0.314
9	GCP #9			672062.464	6357596.746			672059.674	6357597.044	Control	-0.641	-1.358	1.501	1.238	0.416
10	GCP #10			665985.545	6383383.012			665985.503	6383384.504	Control	-0.088	-0.800	0.805	0.664	0.225
11	GCP #13			662248.758	6371374.273			662246.531	6371370.736	Control	-0.663	-0.683	0.952	0.785	0.546
12	GCP #11			660810.593	6380436.477			660810.782	6380435.150	Control	1.562	0.775	1.744	1.438	0.292
13	GCP #15			653655.520	6377415.673			653651.289	6377410.631	Control	0.372	-0.818	0.899	0.741	0.850
14	GCP #14			659886.653	6374710.166			659883.974	6374707.790	Control	-0.672	1.020	1.221	1.007	0.748
15	GCP #16			663325.181	6347889.858			663336.191	6347883.532	Control	-0.254	0.150	0.295	0.243	0.855
16	GCP #17			654387.748	6347049.670			654402.211	6347043.393	Control	-0.302	-0.076	0.312	0.257	0.852
17	GCP #19			673232.312	6351473.531			673232.215	6351475.398	Control	-0.225	0.798	0.830	0.684	0.827
18	GCP #18			669776.273	6368977.181			669772.329	6368980.665	Control	-0.455	1.020	1.117	0.921	0.937
19	GCP #20			657104.935	6376798.590			657101.140	6376794.545	Control	-0.941	-0.078	0.944	0.779	0.973
20	GCP #22			659429.877	6361166.086			659432.794	6361160.899	Control	0.840	0.190	0.861	0.710	0.825
21	GCP #21			663148.762	6354994.846			663154.591	6354988.551	Control	0.613	-0.997	1.171	0.965	-0.239
22	GCP #23			662268.587	6357197.558			662271.844	6357194.175	Control	-0.738	1.851	1.993	1.643	0.538
23	GCP #24			661571.018	6357761.182			661575.226	6357754.959	Control	0.386	-0.861	0.943	0.778	0.467
24	GCP #25			652926.622	6375442.091			652922.665	6375437.784	Control	0.892	-0.019	0.892	0.736	0.851
25	GCP #26			654166.925	6372000.041			654163.507	6371995.209	Control	0.058	-0.227	0.234	0.193	0.658
26	GCP #27			668497.758	6364468.185			668495.568	6364468.462	Control	-0.145	0.212	0.256	0.211	0.958
27	GCP #28			654935.105	6358493.290			654939.027	6358488.238	Control	0.324	0.577	0.661	0.546	0.464
28	GCP #29			659919.272	6369523.657			659917.235	6369519.408	Control	-0.756	-0.127	0.767	0.632	0.032
29	GCP #30			662700.091	6362668.114			662701.067	6362662.687	Control	0.127	-1.283	1.289	1.063	0.604
30	GCP #31			655444.443	6368851.971			655442.331	6368846.194	Control	-0.109	-0.885	0.892	0.736	0.812
31	GCP #32									Control					

Обработка снимков, комбинированным методом



Сходимость изображений на сцене RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка KV6_10010_10009_02

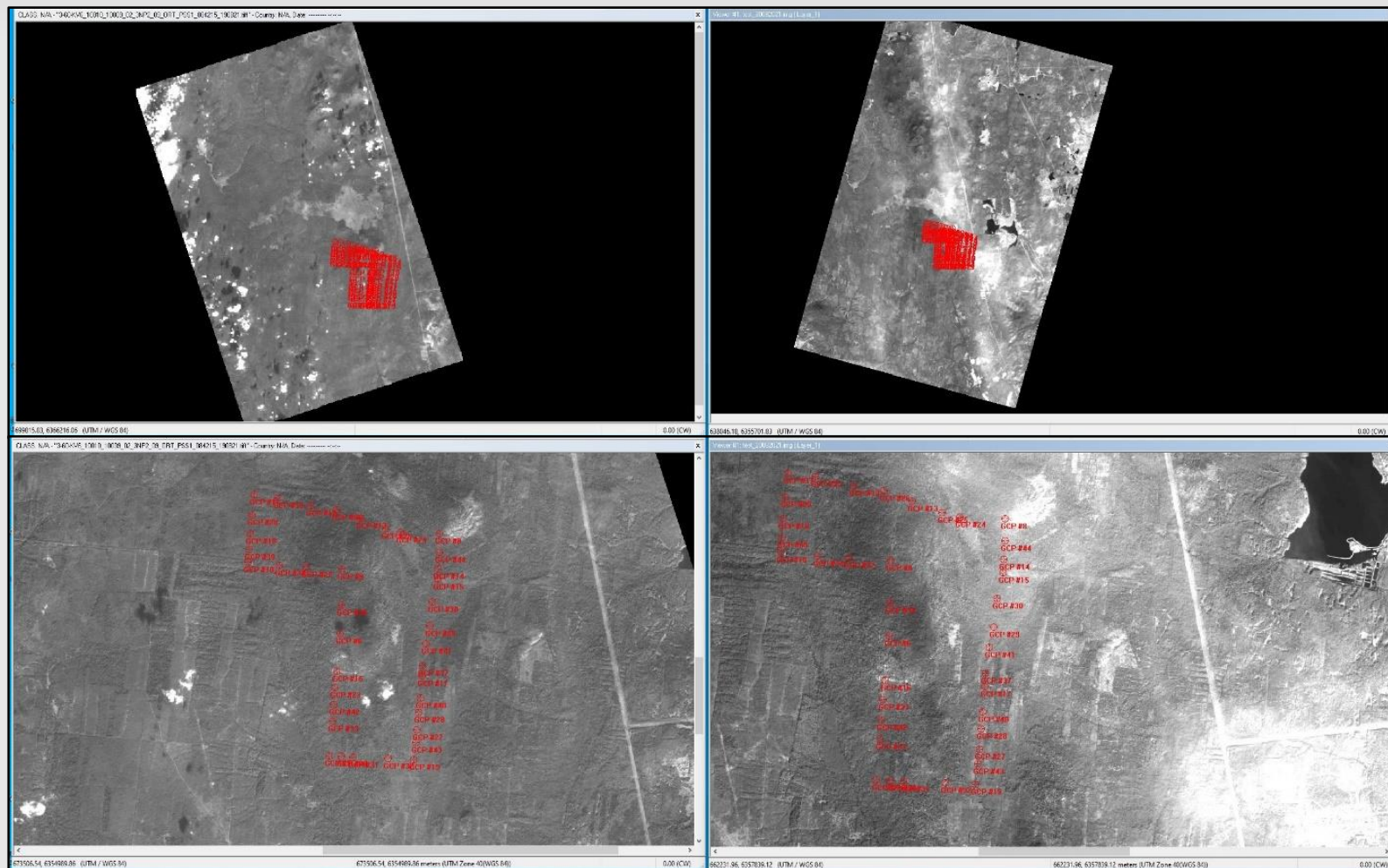
Обработка снимков, комбинированным методом

Таблица №5. СКО опорных точек на сцене RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка KV6_10010_10009_02 границ участка 6637:010100100002 заповедника «Висимский»

Point #	Point ID	> Color	X Input	Y Input	> Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #7	■	665366.789	6356929.743	■	665383.227	6356901.334	Control	-1.133	0.328	1.180	0.680	-0.494
2	GCP #8	■	667856.601	6361932.085	■	667865.906	6361916.221	Control	1.680	-1.338	2.148	1.237	0.301
3	GCP #6	■	665612.999	6359682.144	■	665624.982	6359662.340	Control	-0.156	1.708	1.715	0.988	0.782
4	GCP #9	■	665645.931	6361129.899	■	665653.219	6361112.607	Control	-2.001	0.477	2.057	1.185	0.719
5	GCP #10	■	663533.553	6361284.574	■	663544.616	6361267.475	Control	1.995	1.393	2.433	1.402	0.838
6	GCP #11	■	663673.974	6362809.506	■	663680.440	6362794.466	Control	0.404	-0.545	0.678	0.391	0.523
7	GCP #12	■	664938.830	6362565.819	■	664945.997	6362551.045	Control	0.676	-0.325	0.750	0.432	0.168
8	GCP #13	■	666064.602	6362274.133	■	666069.554	6362258.384	Control	-2.071	-1.146	2.367	1.364	-0.282
9	GCP #14	■	667819.933	6361145.701	■	667829.513	6361129.701	Control	0.409	0.568	0.700	0.403	0.476
10	GCP #15	■	667811.202	6360899.831	■	667822.235	6360883.863	Control	1.378	1.236	1.851	1.066	-0.168
11	GCP #16	■	665534.448	6359836.076	■	665549.846	6359812.269	Control	1.587	-0.071	1.588	0.915	0.960
12	GCP #17	■	667456.983	6358722.776	■	667471.814	6358697.929	Control	0.870	-1.838	2.034	1.172	-0.160
13	GCP #19	■	667270.992	6356841.211	■	667290.171	6356815.659	Control	1.513	2.392	2.830	1.630	-0.050
14	GCP #18	■	663582.292	6361934.476	■	663588.929	6361917.842	Control	-1.151	0.162	1.162	0.669	0.875
15	GCP #20	■	663621.026	6362357.229	■	663627.983	6362339.401	Control	-0.001	-2.136	2.136	1.230	-0.519
16	GCP #22	■	664841.393	6361179.837	■	664848.937	6361163.318	Control	-1.677	1.547	2.282	1.314	0.455
17	GCP #23	■	665488.137	6358467.950	■	665504.317	6358443.158	Control	1.642	-0.082	1.644	0.947	0.163
18	GCP #24	■	666975.507	6361955.654	■	666983.245	6361942.718	Control	0.132	1.992	1.997	1.150	0.096
19	GCP #25	■	666635.530	6362049.189	■	666644.626	6362034.070	Control	1.656	-0.246	1.674	0.964	0.838
20	GCP #26	■	665520.306	6362468.064	■	665527.300	6362455.486	Control	0.337	1.807	1.838	1.059	0.379
21	GCP #27	■	667344.602	6357516.635	■	667362.005	6357492.856	Control	1.071	2.385	2.615	1.506	0.955
22	GCP #28	■	667384.566	6357910.362	■	667398.874	6357884.184	Control	-1.254	-1.039	1.629	0.938	0.777
23	GCP #29	■	667625.596	6359852.785	■	667635.176	6359833.750	Control	-2.144	0.968	2.353	1.355	-0.665
24	GCP #30	■	667695.552	6360403.093	■	667704.322	6360383.103	Control	-1.872	-1.436	2.360	1.359	-0.350
25	GCP #31	■	665893.982	6358900.819	■	665912.319	6358871.006	Control	0.727	-1.279	1.471	0.847	0.576
26	GCP #32	■	666691.317	6356875.083	■	666710.796	6356846.149	Control	1.852	-0.761	2.002	1.153	0.830
27	GCP #33	■	665434.861	6357707.043	■	665450.098	6357679.584	Control	-0.803	-0.758	1.104	0.636	0.920
28	GCP #34	■	664242.123	6361218.533	■	664252.733	6361200.303	Control	1.438	0.059	1.440	0.829	0.373
29	GCP #35	■	664195.163	6362742.257	■	664202.547	6362727.347	Control	1.210	-0.520	1.317	0.759	0.745
30	GCP #36	■	665629.860	6360322.765	■	665640.673	6360302.455	Control	-0.068	-0.452	0.457	0.263	0.880
31	GCP #37	■	667464.189	6358966.023	■	667476.329	6358943.789	Control	-1.339	0.140	1.346	0.775	0.697
32	GCP #38	■	665632.927	6356919.757	■	665649.956	6356890.658	Control	-0.553	-0.476	0.730	0.420	0.414
33	GCP #39	■	663555.778	6361577.018	■	663562.812	6361559.465	Control	-1.458	0.179	1.469	0.846	0.381
34	GCP #40	■	667416.538	6358232.445	■	667430.648	6358207.353	Control	-0.817	-0.800	1.144	0.659	0.568
35	GCP #41	■	667544.752	6359462.698	■	667557.386	6359442.364	Control	0.138	0.716	0.729	0.420	0.732
36	GCP #42	■	665461.308	6358080.561	■	665474.604	6358054.503	Control	-2.007	-0.334	2.035	1.172	0.690
37	GCP #43	■	667314.661	6357234.252	■	667331.801	6357206.549	Control	0.244	-0.787	0.824	0.475	0.379
38	GCP #44	■	667850.358	6361509.483	■	667858.364	6361492.174	Control	-0.452	-1.688	1.747	1.007	-0.071
39	GCP #45	▶			▶			Control					

Среднее СКО опорных точек составило 1,62726, что несколько хуже тестового случая, но все же отвечает требованиям, предъявляемым для земельных участков, отнесенных к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса. Так как СКО опорного снимка составило 3.1 метра, было принято решение не проводить аналогичный эксперимент для фрагментов снимка с проекцией пикселя 35 сантиметров.

Обработка снимков, комбинированным методом



Опорные точки на сцене RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка KV6_10010_10009_02 границ участка 6637:010100100002 заповедника «Висимский»

Обработка снимков, комбинированным методом

Таблица №6. СКО опорных точек на сцене RP1_40778_04_GEOTON_20201008_064928_064945 и фрагменте снимка KV4_07494_07489_02 границ участка 6637:010100100002 заповедника «Висимский»

GCP Tool : (Input : 3-60-2BI-KV4_07494_07489_02_3NP2_83_OR_T_PSS1_414815_230821.tiff) (Reference : test_20082021.img)

File View Edit Help

Control Point Error: (X) 2.1407 (Y) 3.2455 (Total) 3.8879

Point #	Point ID	> Color	X Input	Y Input	> Color	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	GCP #5	■	667286.465	6356822.069	■	667275.370	6356830.593	Control	2.580	6.516	7.008	1.803	0.546
2	GCP #6	■	665377.788	6356924.830	■	665364.237	6356931.694	Control	1.439	2.445	2.838	0.730	0.933
3	GCP #7	■	667818.246	6361885.775	■	667800.041	6361887.811	Control	-0.618	1.465	1.590	0.409	0.868
4	GCP #8	■	667729.018	6360866.017	■	667713.784	6360869.128	Control	1.554	2.274	2.754	0.708	-0.344
5	GCP #9	■	663574.388	6361339.528	■	663553.907	6361342.236	Control	-0.619	-3.335	3.392	0.873	0.903
6	GCP #10	■	663657.434	6362569.234	■	663639.408	6362577.035	Control	2.820	2.054	3.489	0.897	0.856
7	GCP #11	■	665753.976	6361131.105	■	665736.435	6361138.386	Control	0.745	3.976	4.045	1.040	0.938
8	GCP #12	■	665554.616	6359082.759	■	665535.456	6359096.801	Control	-2.460	10.172	10.465	2.692	0.730
9	GCP #13	■	667548.117	6358708.175	■	667528.122	6358710.743	Control	-4.903	1.167	5.040	1.296	-0.656
10	GCP #14	■	667395.028	6357848.320	■	667379.676	6357847.791	Control	-0.889	-2.250	2.419	0.622	-0.862
11	GCP #15	■	667620.771	6360074.696	■	667605.707	6360072.852	Control	1.123	-2.939	3.146	0.809	0.008
12	GCP #16	■	665643.365	6356906.819	■	665627.589	6356912.941	Control	-0.971	2.036	2.255	0.580	-0.270
13	GCP #17	■	665912.303	6356894.601	■	665898.278	6356896.227	Control	0.592	-2.120	2.201	0.566	0.937
14	GCP #18	■	666766.354	6356852.864	■	666752.318	6356851.354	Control	-0.007	-4.179	4.179	1.075	0.067
15	GCP #19	■	665539.552	6358821.166	■	665517.519	6358831.411	Control	-5.544	6.311	8.401	2.161	0.526
16	GCP #20	■	663599.676	6361978.334	■	663579.889	6361983.475	Control	0.598	-0.772	0.977	0.251	0.958
17	GCP #21	■	664983.895	6361196.545	■	664961.465	6361200.351	Control	-3.593	-0.473	3.624	0.932	0.241
18	GCP #22	■	667794.204	6361493.384	■	667776.896	6361492.902	Control	-0.037	-1.143	1.143	0.294	0.587
19	GCP #23	■	665670.342	6360200.659	■	665651.715	6360200.227	Control	-1.074	-3.987	4.129	1.062	0.191
20	GCP #24	■	665927.195	6362228.792	■	665906.514	6362232.873	Control	-1.584	1.159	1.963	0.505	-0.313
21	GCP #25	■	666500.463	6362063.352	■	666483.301	6362064.270	Control	1.422	-1.298	1.925	0.495	0.790
22	GCP #26	■	666946.785	6361990.251	■	666929.385	6361993.735	Control	0.857	1.823	2.015	0.518	0.401
23	GCP #27	■	667608.524	6361944.082	■	667593.626	6361944.174	Control	2.869	-0.733	2.962	0.762	-0.507
24	GCP #28	■	667366.136	6361963.319	■	667346.216	6361965.883	Control	-1.974	1.428	2.437	0.627	-0.242
25	GCP #29	■	665471.429	6358173.728	■	665456.711	6358175.327	Control	1.259	-2.512	2.810	0.723	0.084
26	GCP #30	■	664596.464	6359855.865	■	664581.387	6359858.134	Control	0.946	1.110	1.459	0.375	0.094
27	GCP #31	■	667540.126	6359319.886	■	667524.942	6359318.586	Control	0.422	-2.612	2.646	0.681	0.892
28	GCP #32	■	665397.219	6362304.038	■	665377.383	6362305.919	Control	-0.338	-1.701	1.734	0.446	-0.337
29	GCP #33	■	664859.623	6362389.267	■	664838.276	6362396.173	Control	-1.425	2.654	3.013	0.775	0.227
30	GCP #34	■	664260.524	6362469.914	■	664240.421	6362472.598	Control	0.268	-2.315	2.330	0.599	-0.416
31	GCP #35	■	665591.436	6359521.477	■	665572.427	6359523.511	Control	-1.975	-1.725	2.622	0.674	0.115
32	GCP #36	■	664560.334	6361244.929	■	664538.869	6361246.371	Control	-2.316	-3.366	4.086	1.051	0.617
33	GCP #37	■	667775.047	6361295.543	■	667758.181	6361298.169	Control	0.253	1.911	1.928	0.496	0.893
34	GCP #38	■	667712.525	6360632.562	■	667697.130	6360631.119	Control	1.203	-2.337	2.629	0.676	0.509
35	GCP #39	■	665719.646	6360803.795	■	665704.169	6360805.559	Control	2.551	-1.633	3.029	0.779	0.465
36	GCP #40	■	667329.283	6357199.790	■	667314.318	6357194.903	Control	-1.008	-6.790	6.864	1.766	0.790
37	GCP #41	■	665397.009	6357255.917	■	665387.067	6357260.271	Control	5.310	0.015	5.310	1.366	-0.677
38	GCP #42	■	663577.955	6361692.836	■	663560.321	6361698.517	Control	2.524	-0.299	2.542	0.654	0.534
39	GCP #43	▶			▶			Control					

Среднее СКО точек составило 3,3526 м, что показывает прямую зависимость финального результата от используемой исходной информации. Не смотря на высокое качество основы, полученной в автоматическом режиме, при использовании снимков КА «Канопус-В» не достаточно высокого качества, конечный результат будет сильно снижаться вплоть до значений, когда снимки нельзя будет применить в кадастре.

Обработка снимков, комбинированным методом

Таблица № 7. Мультивременной композит на участок 6637:010100100002 заповедника «Висимский» и прилегающих окрестностей



Фрагмент

KV1_14732_14723_01_3NP2_08

Дата съемки 2015-03-18



Фрагмент

KV4_02686_02677_01_3NP2_08

Дата съемки 2018-07-18



Фрагмент

KVIK_16640_16639_01_3NP2_09

Дата съемки 2020-07-14



Фрагмент

KV6_10010_10009_02_3NP2_09

Дата съемки 2020-10-16

Выводы:

- Характеристики данного мультивременного композита соответствуют требованиям предъявляемым к ЗУ, отнесенным к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса по СКО определения координат (местоположения) характерных точек (не более 5 метров) и размеру проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков (не более 60 см);

- Вероятно, при более тщательном отборе исходных данных удастся добиться СКО определения координат (местоположения) характерных точек равное 2,5 метров и менее, необходимые для ЗУ, отнесенных к землям особо охраняемых территорий и объектов, но в процессе данного исследования этого добиться не получилось, но удалось получить материалы соответствующие размеру проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков для данных ЗУ равных 35 см.

Выводы

- Для получения необходимой точности нужно тщательно подбирать исходные данные, при столь высоких требованиях к точности результата;
- Не каждый способ обработки данных, полученных с КА типа «Канопус-В» и «Ресурс-П», пригоден для решения задач, однако, у каждого из способов есть потенциал доработки для использования в этом направлении;
- Сочетание разных технологий обработки данных, полученных с КА типа «Канопус-В» и «Ресурс-П», дает очень хорошие результаты для создания материалов, пригодных для использования в кадастре;
- Не для всех типов ЗУ есть возможность использовать результаты обработки данных, полученных с КА типа «Канопус-В» и «Ресурс-П», однако есть перспектива увеличения доли таких участков.

Рекомендации

- Необходимо дорабатывать системы обработки данных, полученных с КА типа «Канопус-В» и «Ресурс-П», для получения данных с заданным размером проекции пикселя на местности;
- Увеличения группировки КА типа «Канопус-В» и «Ресурс-П» для возможности более оперативного обновления информации;
- После запуска новых КА типа Ресурс определить задачу полного покрытия территории страны снимками, как одну из приоритетных.

Спасибо за внимание!