

*Двадцатая международная конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из
космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга
окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)»,
Москва, 2022 г.*

Комплекс автоматической потоковой
обработки информации -
результаты эксплуатации
в интересах потребителей
**Федерального фонда данных
дистанционного зондирования
Земли (ФФД ДЗЗ)**

Д.И. Федоткин, А.В. Ядыкин, Е.Н. Боровенский, Д.В. Сысенко

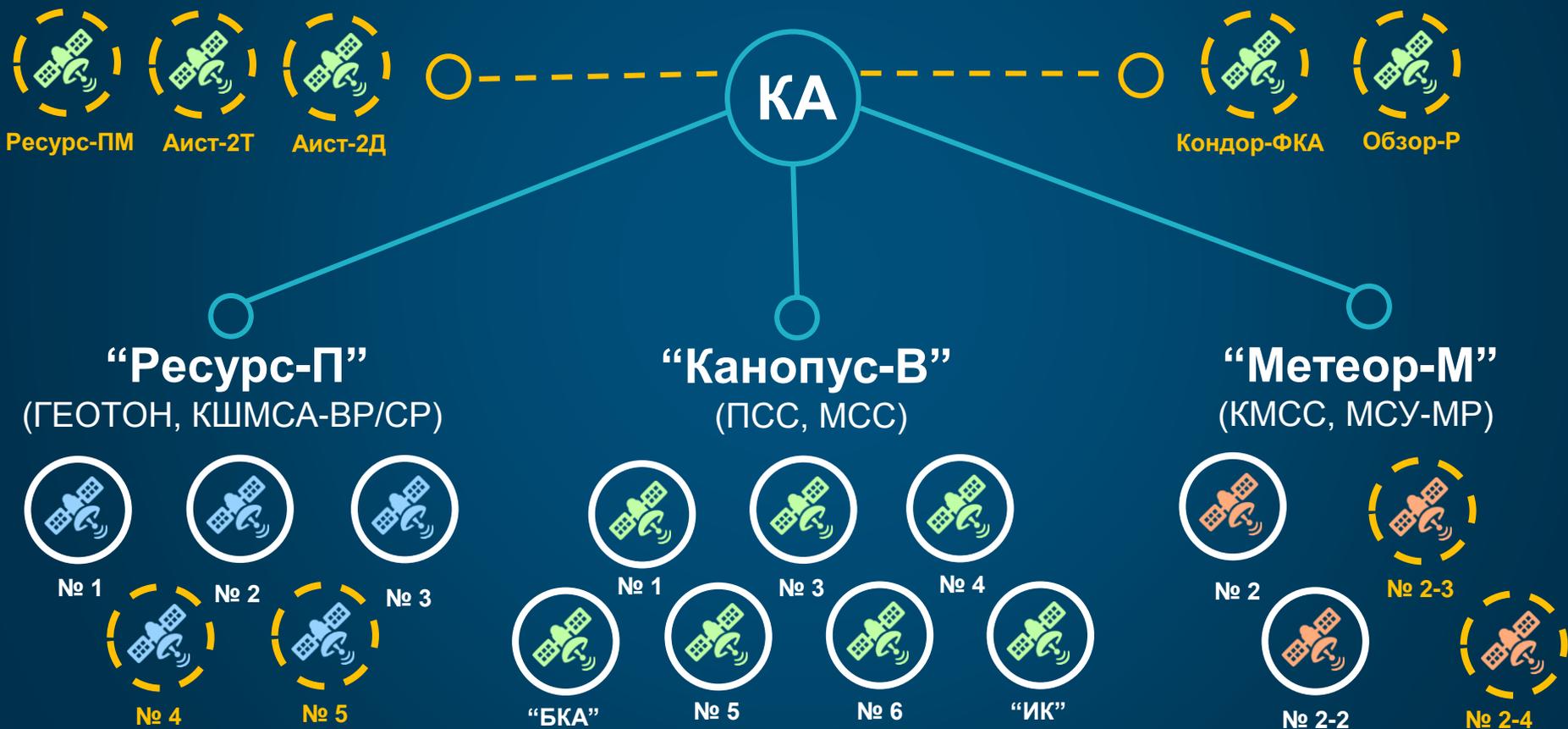
Основные преимущества АПОИ

- ✓ Максимальная унификация (один комплекс на все КА ОЭН и РЛН)
- ✓ Более строгие и более точные модели
- ✓ 100% полный автомат: обработки, уточнения, оценки качества и калибровки (0 операторов вместо сотни)
- ✓ Более быстрая обработка (минуты вместо часов и суток)
- ✓ Более качественная обработка (лучше сведение матриц и каналов, точнее геопривязка – единицы метров вместо десятков и сотен)
- ✓ Количество и стоимость технических средств меньше в десятки раз
- ✓ 100% полная масштабируемость и переносимость
- ✓ Эксплуатационные расходы меньше в несколько раз
- ✓ Больше видов продукции (BUNDLE L1/L2, PANSARP L1)

Комплекс автоматической потоковой обработки



Комплекс автоматической потоковой обработки (АПОИ)



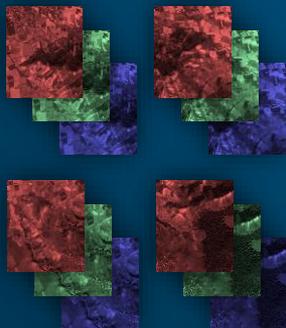
Порядок формирования качественных продуктов в АПОИ



Снимок в геометрии идеального псевдо-сенсора



Изображения отдельных матриц снимка



Снимок в картографической проекции

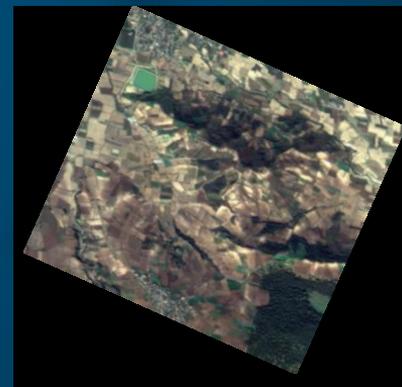


Схема обработки данных в АПОИ



Время обработки одного сеанса съемки с КА Ресурс-П или Канопус-В до уровня 2 (орто) и выгрузки в геопортал не превышает 20 минут

Эксплуатация комплекса АПОИ

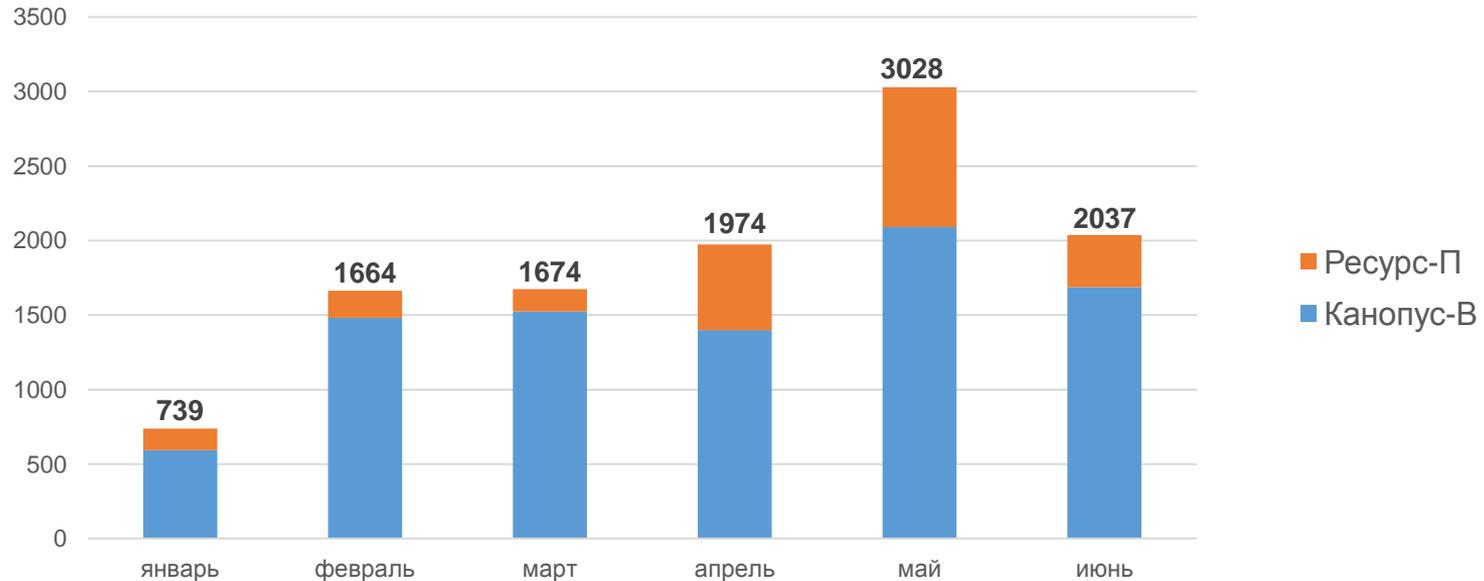
февраль 2020 - сентябрь 2020	тестовая эксплуатация
сентябрь 2020 – октябрь 2021	опытная эксплуатация
октябрь 2021 – наст. время	штатная эксплуатация в рамках ФФД ДЗЗ

Результаты работы АПОИ в рамках эксплуатации ФФД ДЗЗ



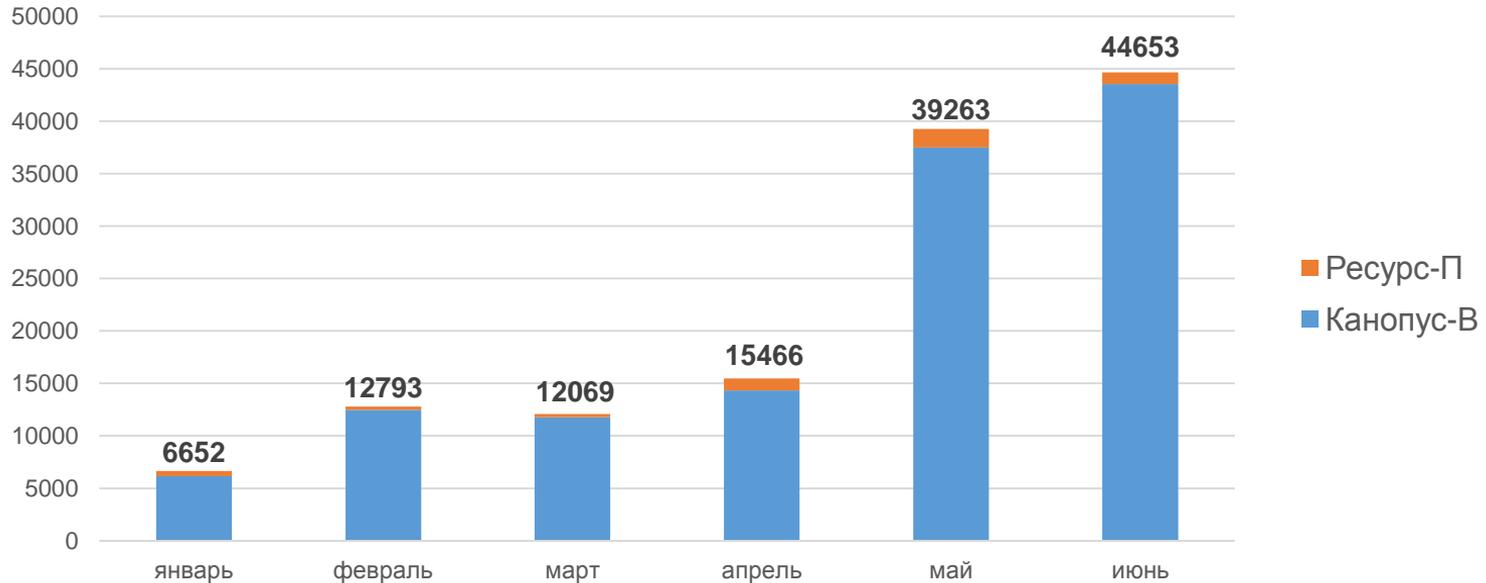
Всего заданий за период – 18 404

Количество уникальных маршрутов, обработанных АПОИ
в период с 01.01.2022 по 30.06.2022



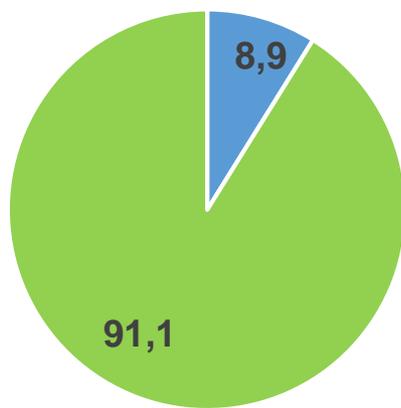
Всего маршрутов за период – 11 116

Количество продуктов (сцен), сформированных комплексом АПОИ в период с 01.01.2022 по 30.06.2022



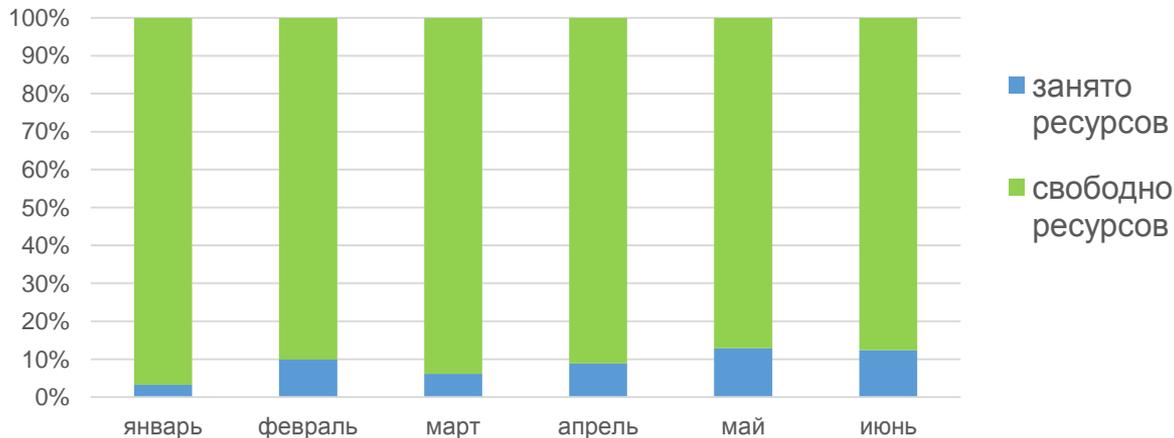
Всего сцен за период – 130 896

Средняя загрузка оборудования комплекса АПОИ в ЦОД
в период с 01.01.2022 по 30.06.2022

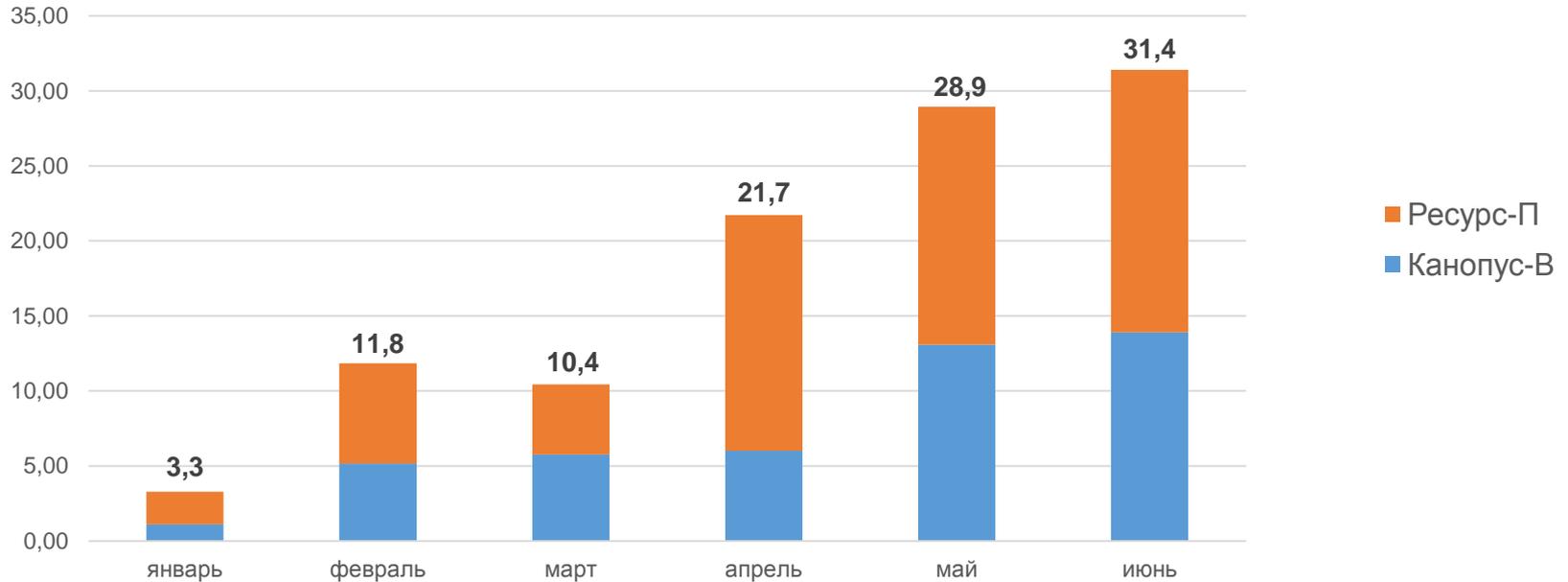


- загружено %
- свободно %

Средняя загрузка оборудования комплекса АПОИ в ЦОД
в период с 01.01.2022 по 30.06.2022

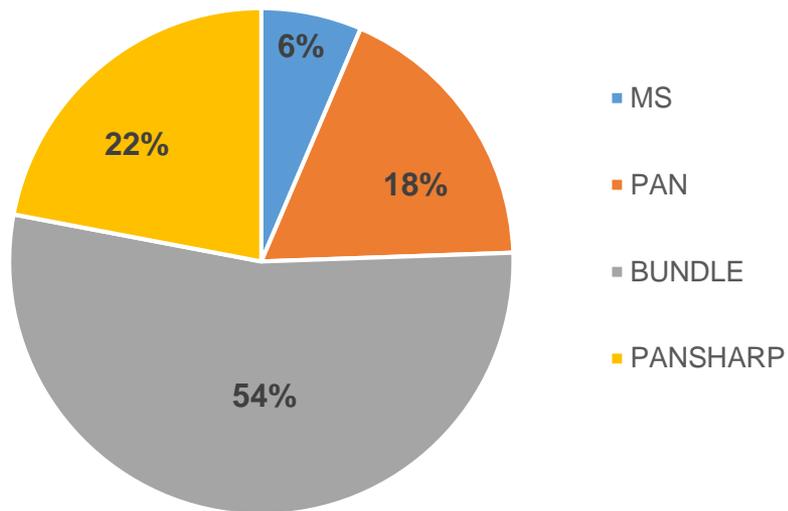


Объем продуктов в ТБ, сформированных АПОИ в период с 01.01.2022 по 30.06.2022

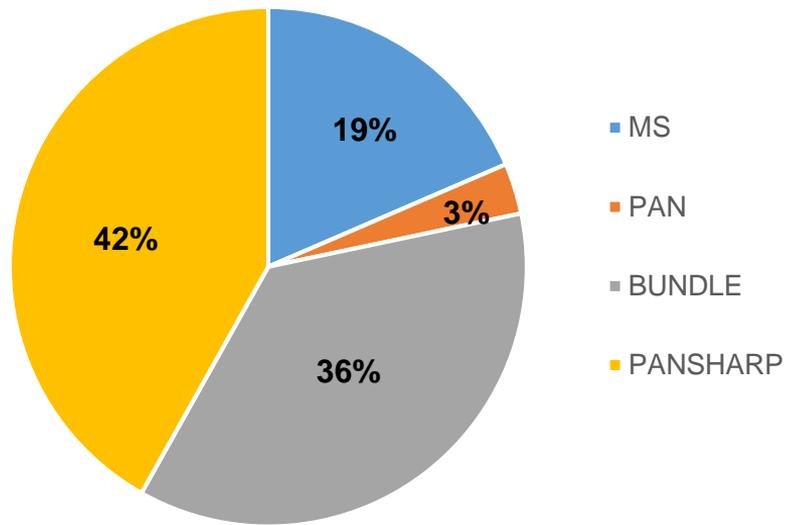


Общий объем продуктов за период – 107,6 ТБ

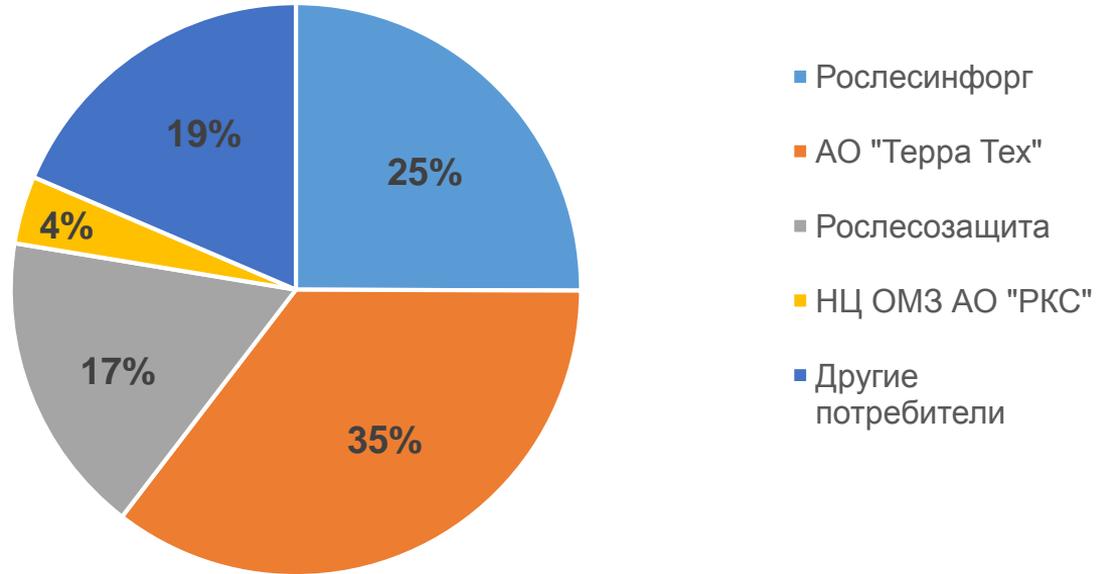
Соотношение продуктов MS, PAN, BUNDLE и PANSHARP в период опытной эксплуатации АПОИ с октября 2020 по март 2021 гг.



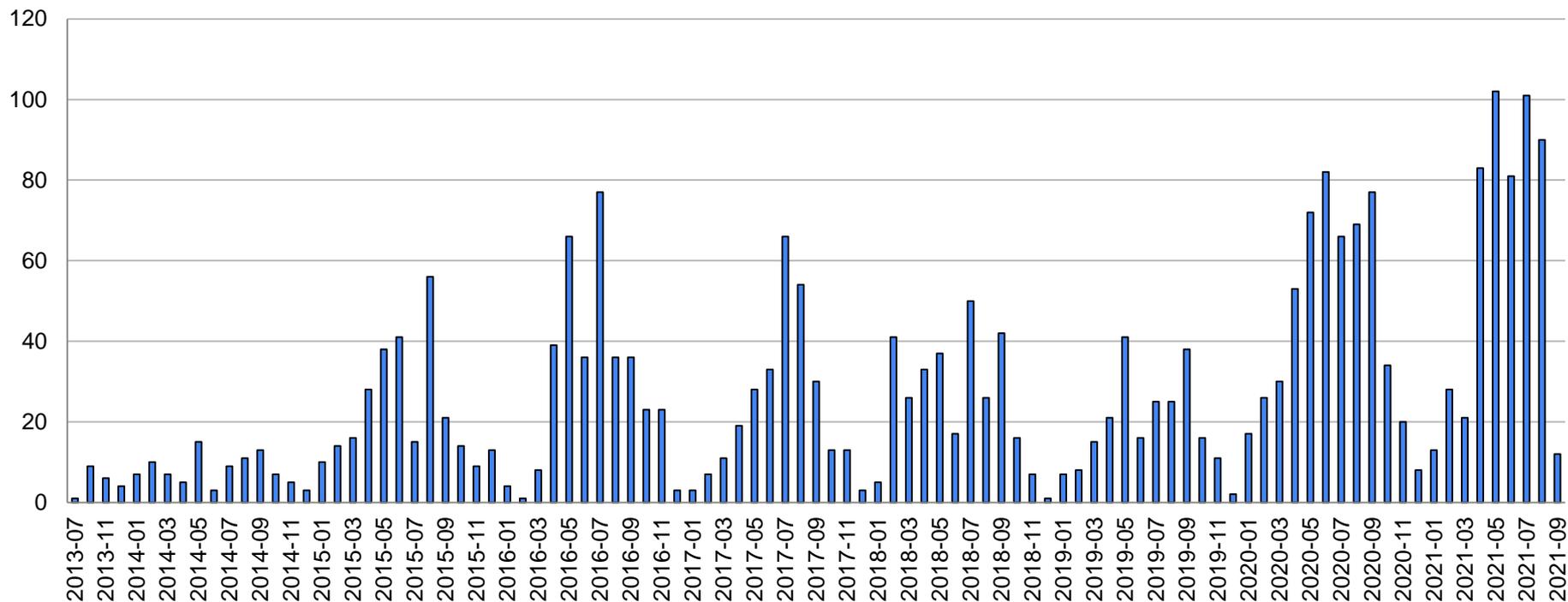
Соотношение продуктов MS, PAN, BUNDLE и PANSARP за период с 01.01.2022 по 30.06.2022



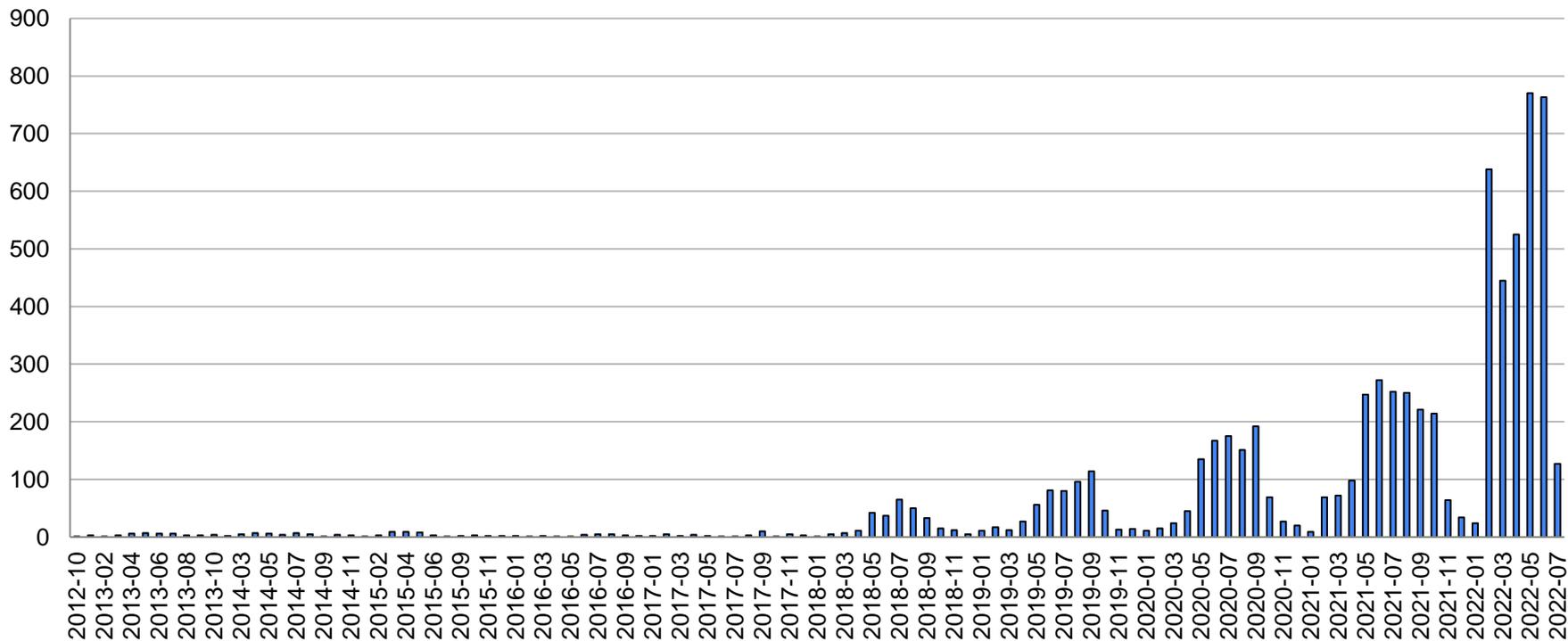
Основные потребители продуктов ДЗЗ,
сформированных АПОИ в рамках эксплуатации ФФД ДЗЗ
с 01.01.2022 по 30.06.2022



Даты съемки и количество маршрутов КА Ресурс-П,
заказанных в период с 01.01.2022 по 30.06.2022



Даты съемки и количество маршрутов КА Канопус-В, заказанных в период с 01.01.2022 по 30.06.2022

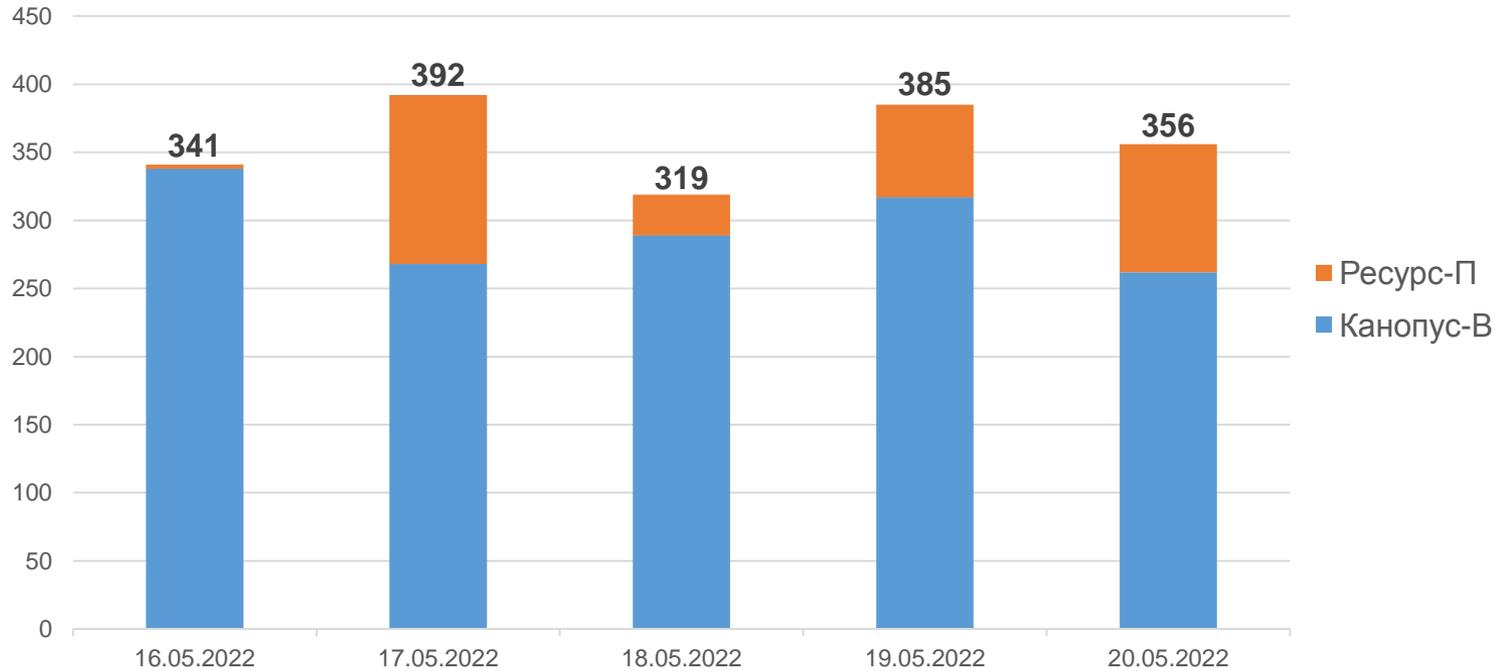


Производительность комплекса АПОИ в эксплуатации ФФД ДЗЗ при максимальной нагрузке

Среднее количество маршрутов в сутки	359 маршрутов (эквивалентно 4 минутам на маршрут)
Среднее количество продуктов (сцен) в сутки	3346 продуктов (эквивалентно 25 секундам на продукт)
Средняя площадь обработанной территории в сутки	1.5 млн. кв. км
Средний объем созданной продукции в сутки	3-7 ТБ (в зависимости от типа КА)

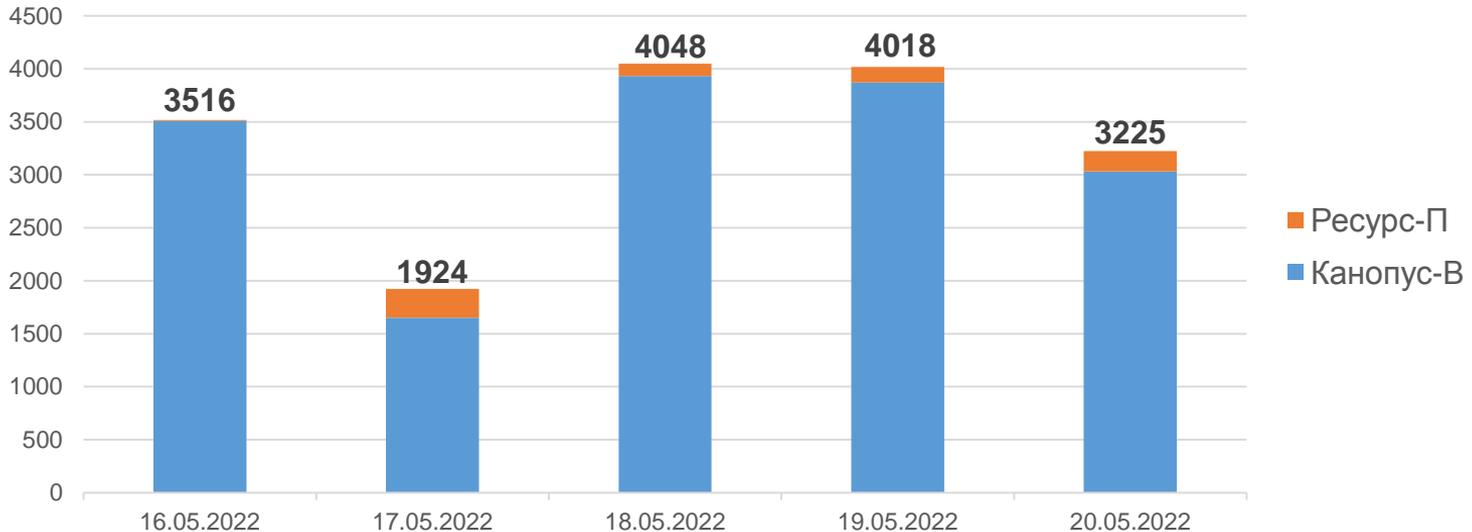
Требование ТЗ по производительности – 1,5 ТБ / сутки

Количество заданий, обработанных АПОИ в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022



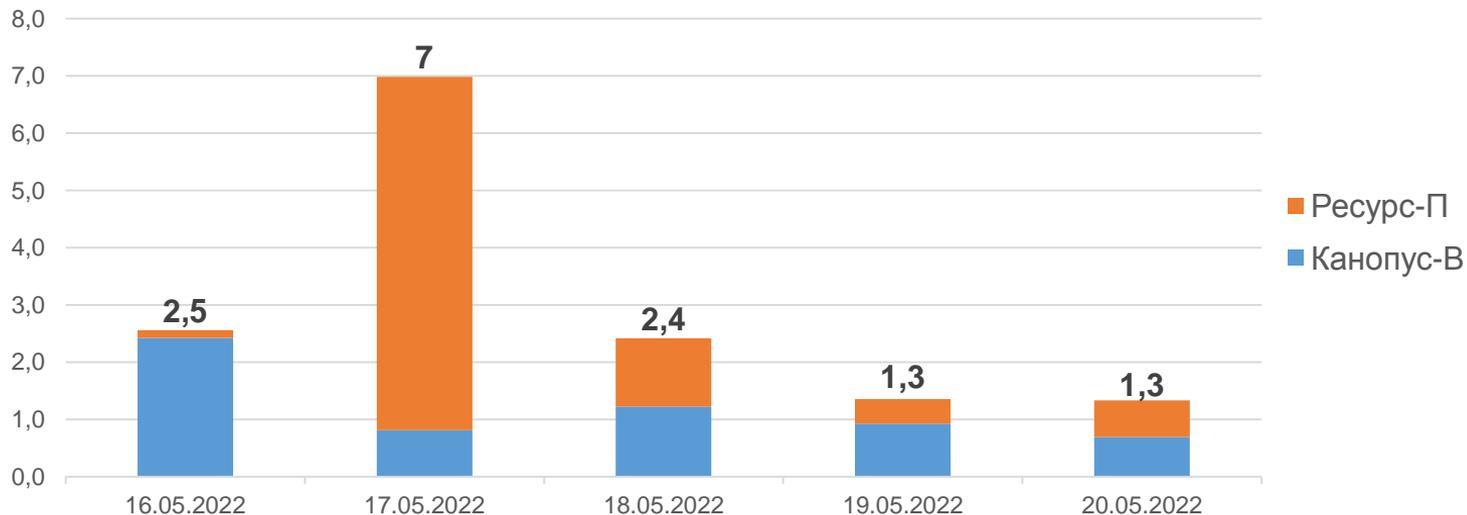
Пиковая нагрузка – 4048 сцен/сутки

Количество сцен, обработанных АПОИ
в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022

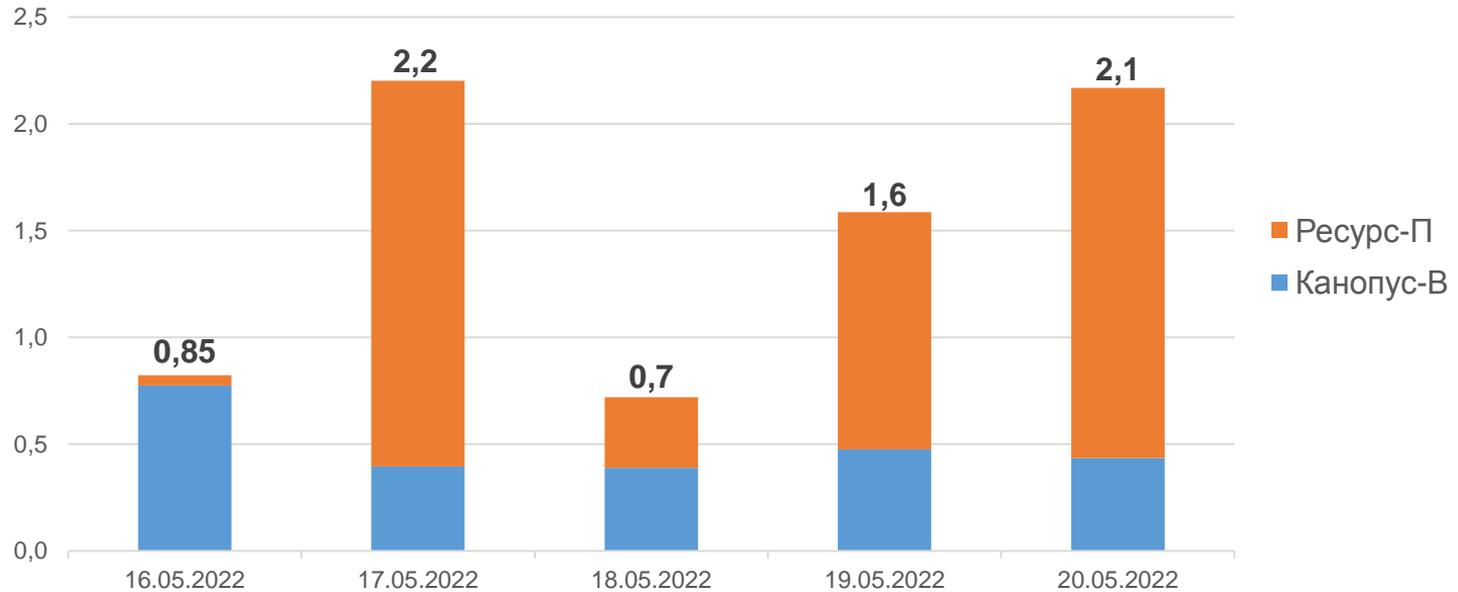


Суммарный объем выходных продуктов за 5 суток – 14,6 ТБ
Производительность средняя – 3 ТБ/сутки
Пиковая производительность – 7 ТБ/сутки

Объем выходных продуктов в ТБ, сформированных АПОИ
в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022

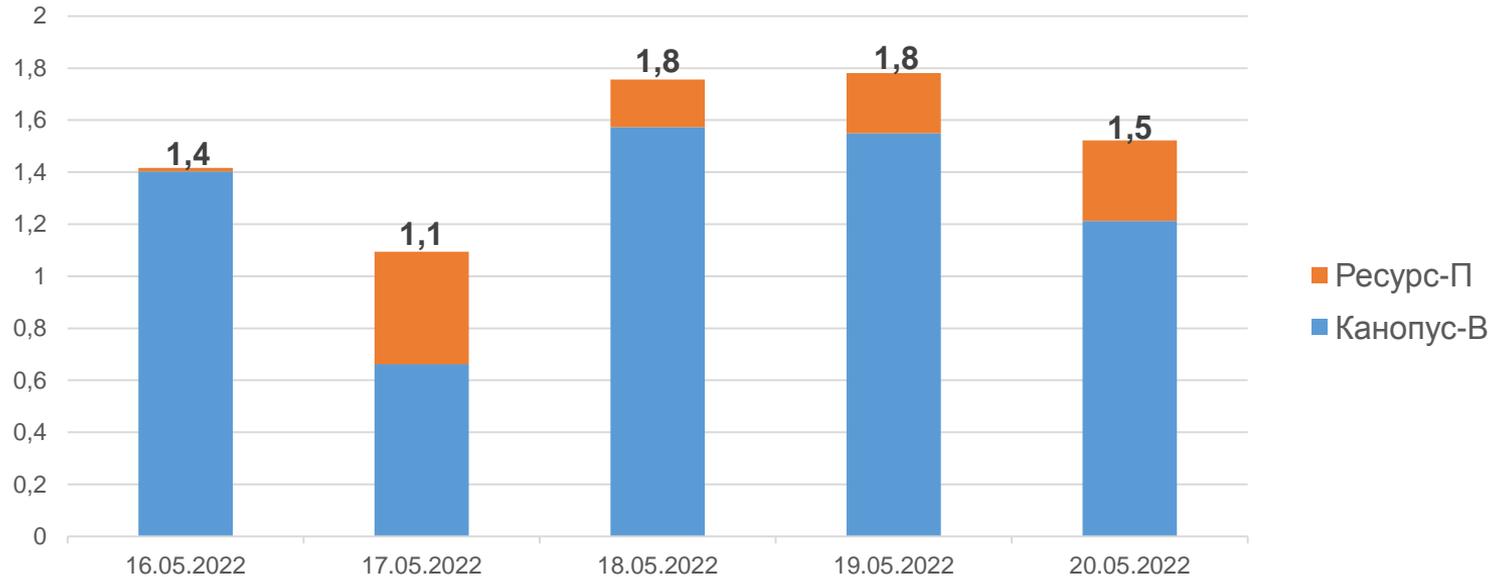


Объем входных архивных данных L0 в ТБ, обработанных АПОИ
в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022



Суммарная площадь продукции за 5 суток – 7,6 млн.кв.км
Средняя производительность по площади – 1,5 млн.кв.км / сутки

Площадь продуктов в млн.кв.км, сформированных АПОИ
в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022



Сравнение принципов коррекции геопривязки, реализованных в АПОИ и НКПОР

Ошибки в параметрах внешнего ориентирования съемочной системы в момент съемки изображения (положение КА + ориентация КА) и ошибки геометрии съемочного устройства:

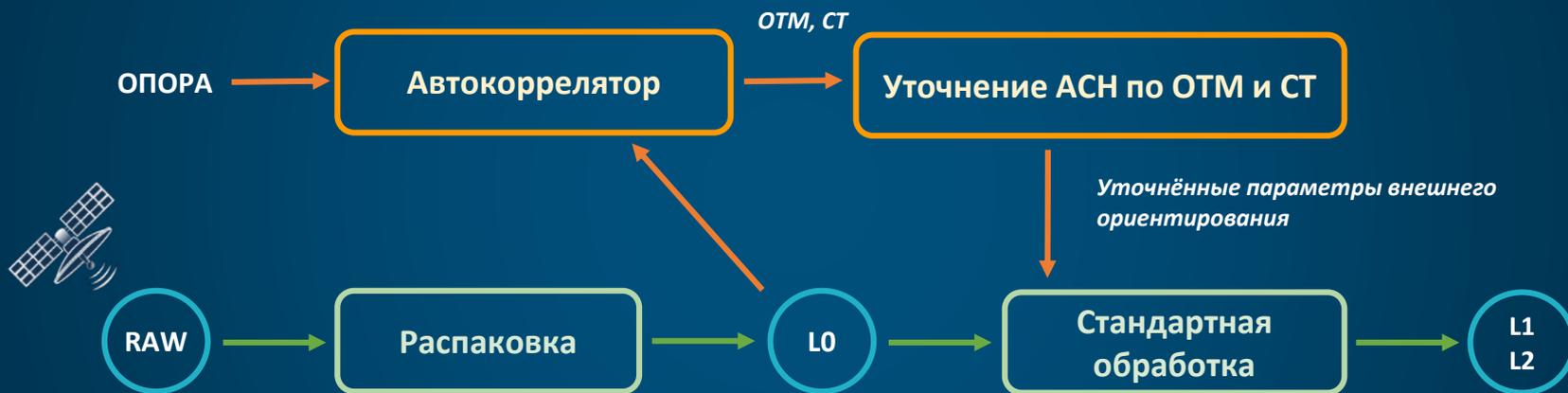


- Ошибки геопривязки
- Ошибки сшивки матриц
- Ошибки сведения спектральных каналов
- Ошибки совмещения изображений в мозаике

**АПОИ устраняет
первопричины**

**НКПОР
устраняет
последствия**

АПОИ: автоматическое уточнение геопривязки по опоре в процессе стандартной обработки информации



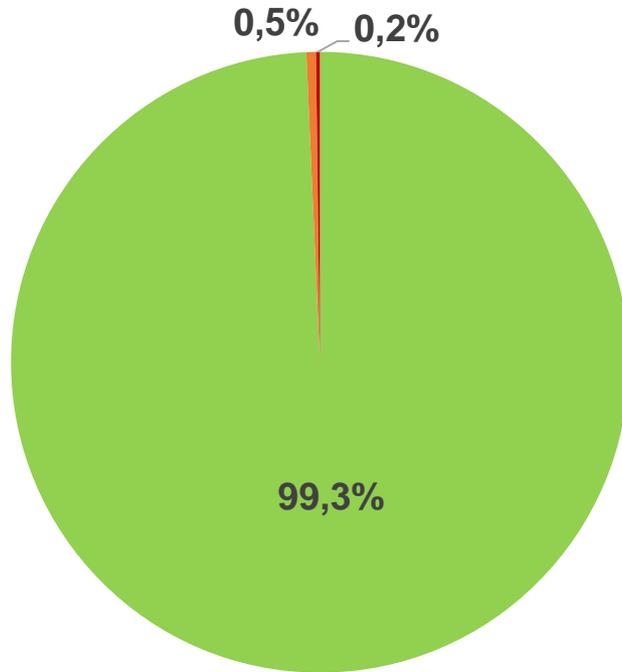
Уточнение геопривязки

Показатели улучшения точности геопривязки комплексом АПОИ по статистике обработки более 10 тысяч маршрутов съемки за полгода эксплуатации ФФД Д33 (январь-июнь 2022г)

Космический аппарат	Средняя точность геопривязки в метрах до коррекции (по бортовым данным)	Средняя точность геопривязки в метрах после коррекции (с использованием опоры)
“Канопус-В” №3,4,5,6,ИК	62.3	5.7
“Ресурс-П” №2,3	23.6	4.4
“Канопус-В” №1, БКА*	2419.2	33.1
“Ресурс-П” №1*	1177.3	10.2

*Уточнилось 99,3% обрабатываемых маршрутов в период январь-июнь 2022г.
Не уточнились только сплошная облачность и сплошная вода

Уточнение геопривязки для маршрутов из архива

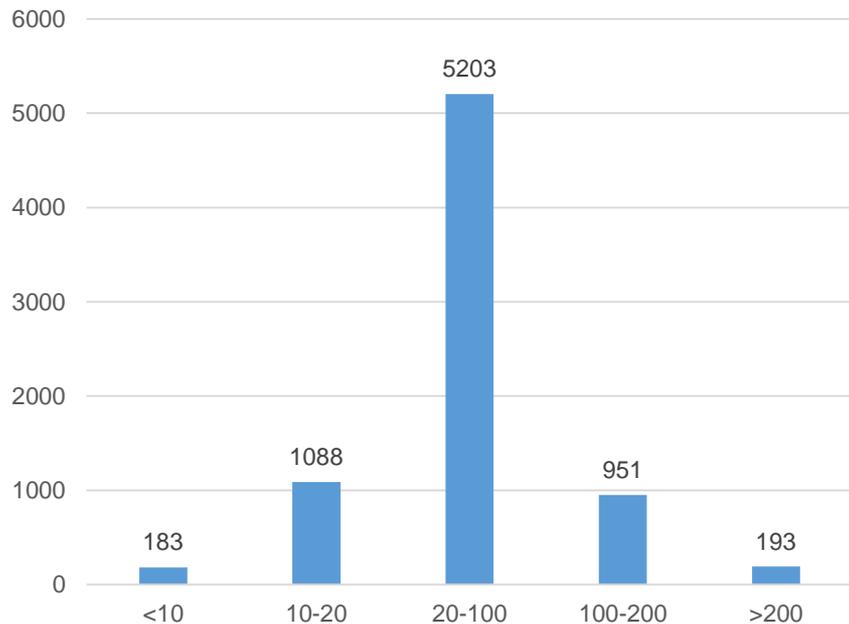


■ уточнилось 10 056

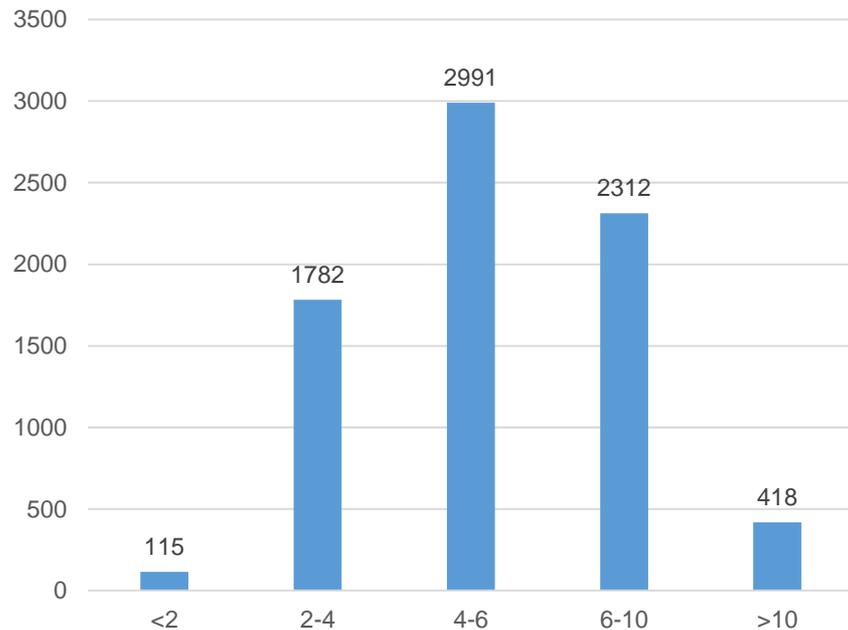
■ некондиция (облачность, вода, лед) 53

■ не уточнилось 21

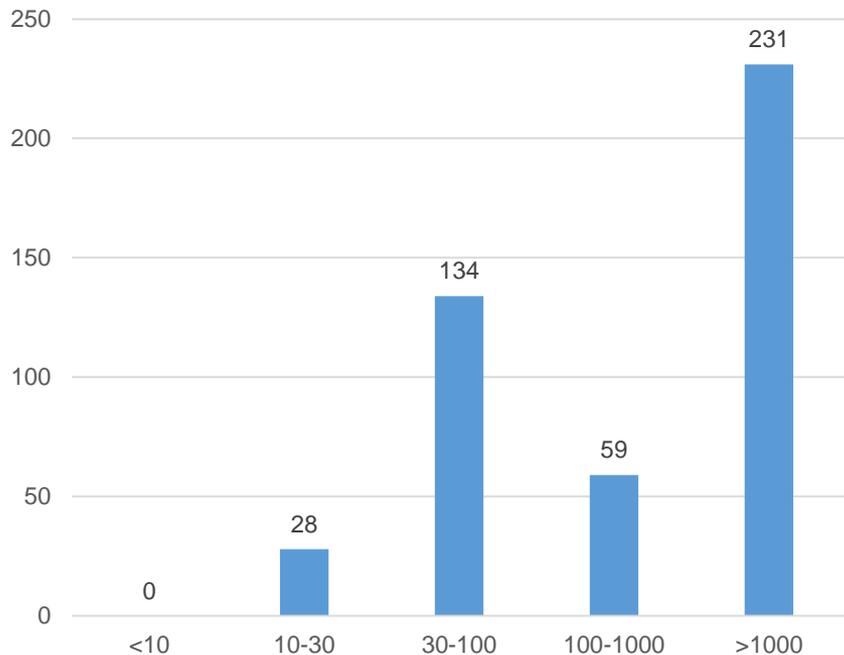
СКО геопривязки в метрах ДО коррекции для данных КА Канопус В 3,4,5,6+ИК



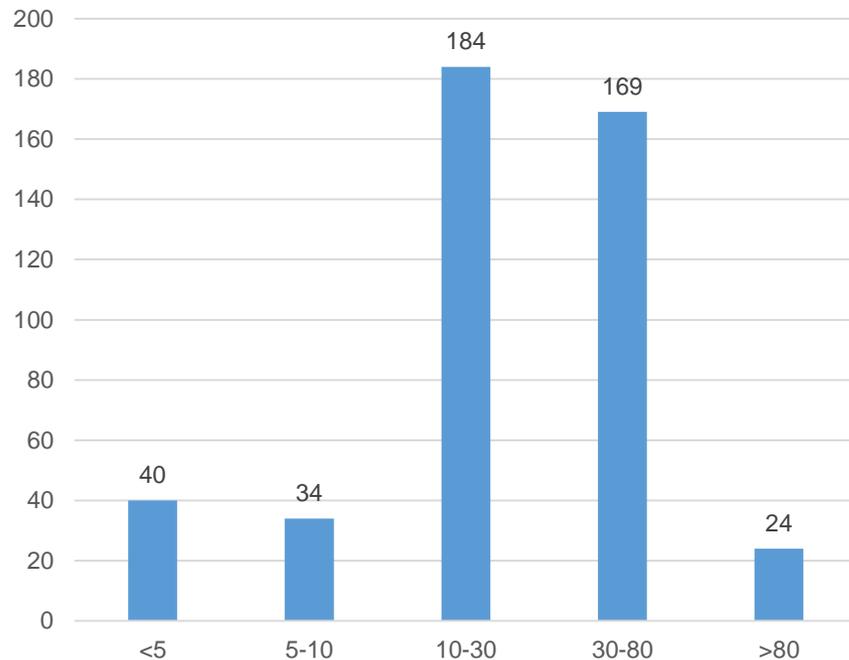
СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции для данных КА Канопус В 3,4,5,6+ИК



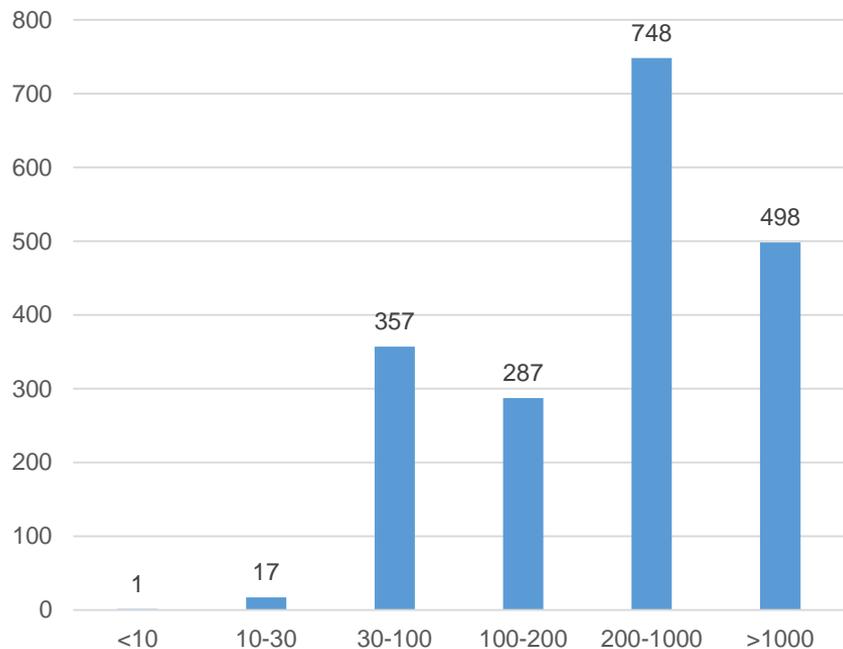
СКО геопривязки в метрах ДО коррекции
для данных КА Канопус В 1+БКА



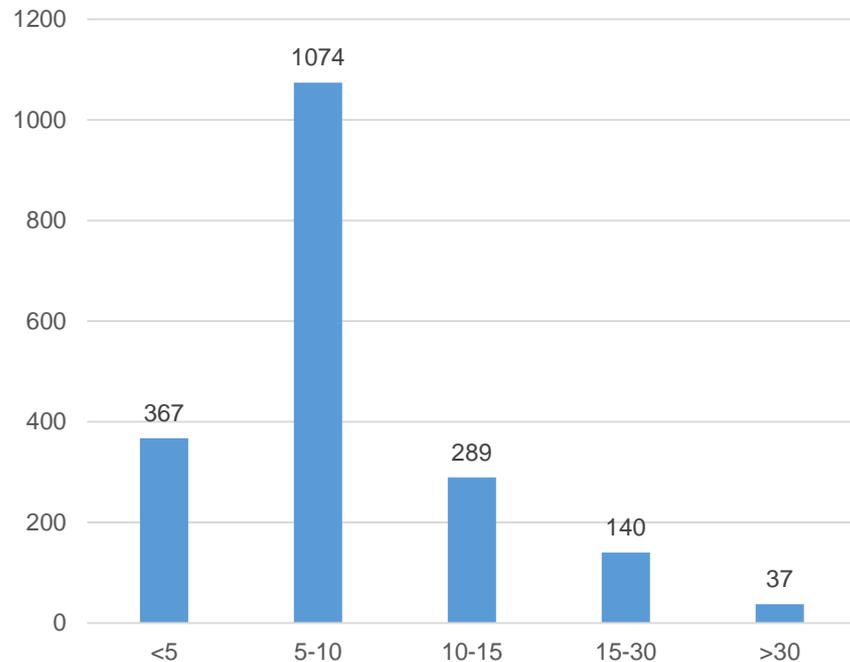
СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции
для данных КА Канопус В 1+БКА



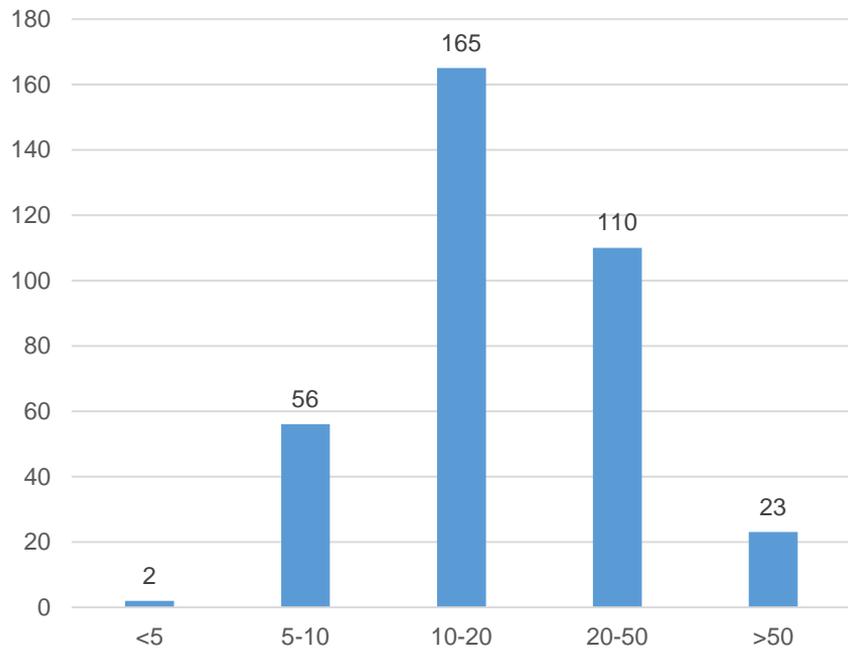
СКО геопривязки в метрах ДО коррекции для данных КА Ресурс-П №1



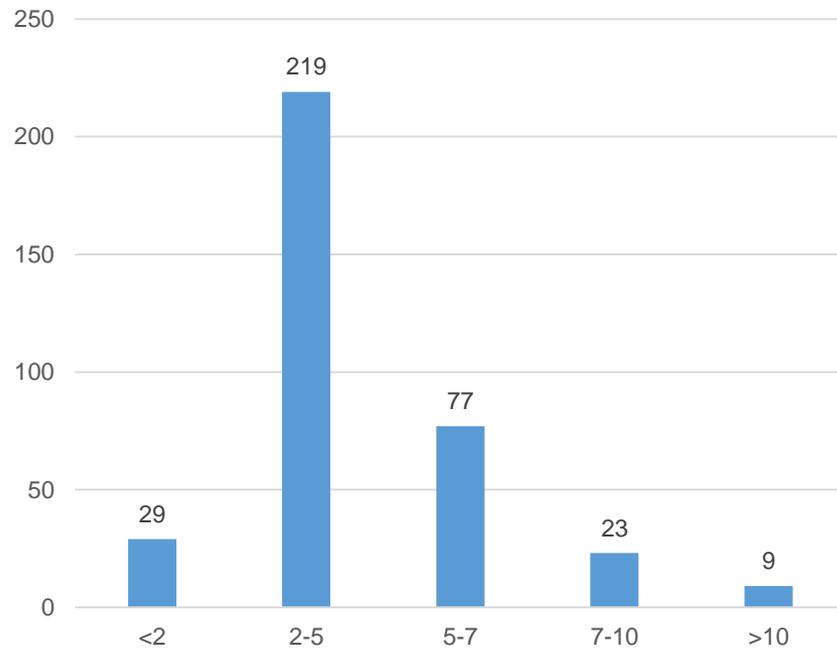
СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции для данных КА Ресурс-П №1



СКО геопривязки в метрах ДО коррекции
для данных КА Ресурс-П №2,3



СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции
для данных КА Ресурс-П №2,3



Уточнение навигационных параметров

Статистика уточнения геопривязки на примере маршрутов Ресурс-П



Обработка в ЦЗ

Качественный переход от обработки единичного маршрута к обработке ЕСМДП

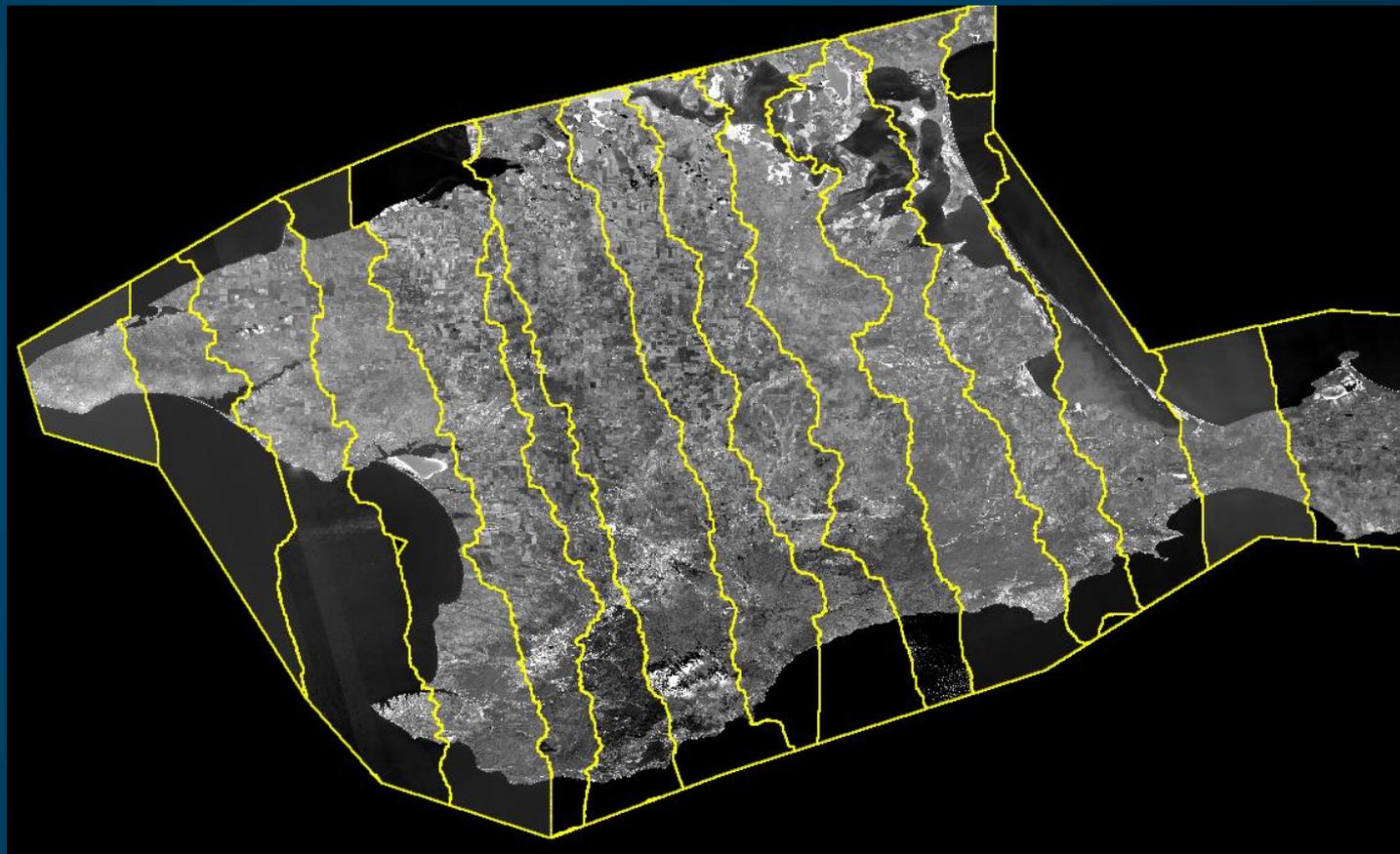


Пример мозаики, полученной в автоматическом режиме

Обзорное
изображение
мозаики



Линии пореза
маршрутов при
сшивке мозаики



Место стыка трех
маршрутов



Место стыка трех маршрутов



Показатели точности мозаики КА Канопус-В PANSARP на Крым

Маршрут	Кол-во точек для проверки привязки	Геопривязка по АСН	Геопривязка после коррекции по строгим моделям	Геопривязка после блочного уравнивания
KV3_08658_06798_00_KANOPUS	5762	339,53	4,25	2,45
KV3_12104_09424_00_KANOPUS	6548	31,57	2,62	1,69
KV3_12605_09861_00_KANOPUS	6425	33,01	2,62	1,64
KV3_13030_10259_00_KANOPUS	5683	75,49	4,63	2,05
KV3_13349_10562_00_KANOPUS	2426	211,82	4,58	1,49
KV3_14275_11378_00_KANOPUS	5175	184,06	15,64	2,28
KV3_14351_11446_00_KANOPUS	4925	422,63	8,00	2,50
KV3_14533_11602_00_KANOPUS	1482	19,88	2,71	1,27
KV4_13001_09463_00_KANOPUS	1662	50,24	2,97	1,41
KV4_14322_10630_00_KANOPUS	1788	421,65	7,28	2,47
KV4_14504_10771_00_KANOPUS	1479	88,45	3,32	1,17
KV4_18057_13849_00_KANOPUS	5448	60,96	3,67	2,03
KV5_07611_05739_00_KANOPUS	463	66,32	3,52	1,49
KV5_08355_06378_00_KANOPUS	2096	92,66	1,91	1,54
KV6_07657_05642_00_KANOPUS	644	12,80	2,79	1,46
KV6_08067_06006_00_KANOPUS	5935	25,05	3,52	1,81
KV6_08735_06566_00_KANOPUS	323	188,62	17,08	0,87
KV6_08993_06797_00_KANOPUS	1457	9,63	4,72	1,62
KV6_09479_07199_01_KANOPUS	642	25,35	6,18	1,38
KV6_09494_07208_00_KANOPUS	1385	33,11	4,31	1,32
KV6_09570_07275_00_KANOPUS	1494	50,75	2,12	1,29
KVI_16109_11777_00_KANOPUS	670	15,53	3,49	2,83
KVI_16367_12027_00_KANOPUS	6068	94,10	4,98	2,21
KVI_17278_12787_00_KANOPUS	535	48,99	4,16	1,15
KVI_17688_13107_01_KANOPUS	5036	28,47	2,01	1,16
KVI_17764_13173_00_KANOPUS	605	81,77	2,87	1,11
Средние значения	2929	104,32	4,84	1,68



Спасибо за внимание!

НТК-3, отделение 4
Боровенский Евгений Николаевич
eborovensky@yandex.ru