

*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.*

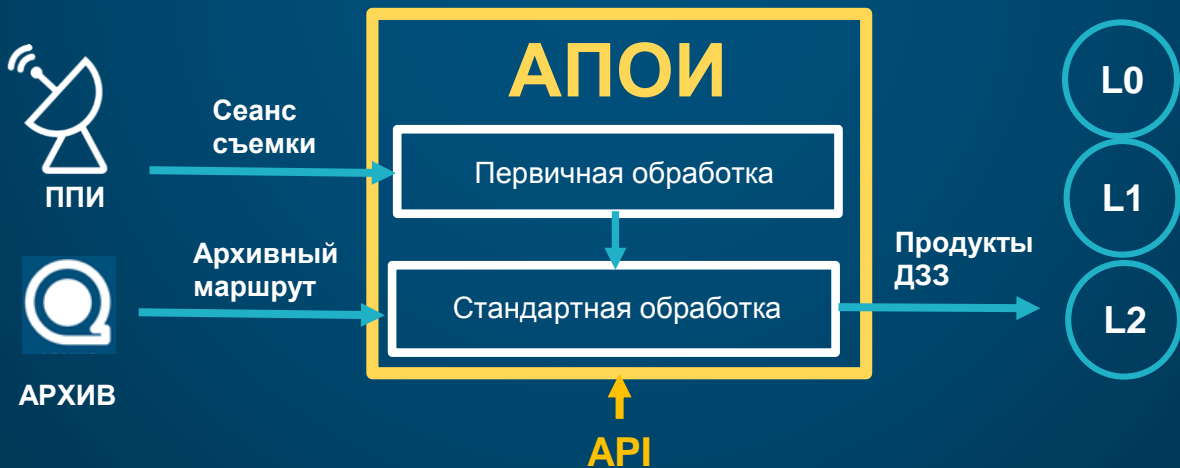
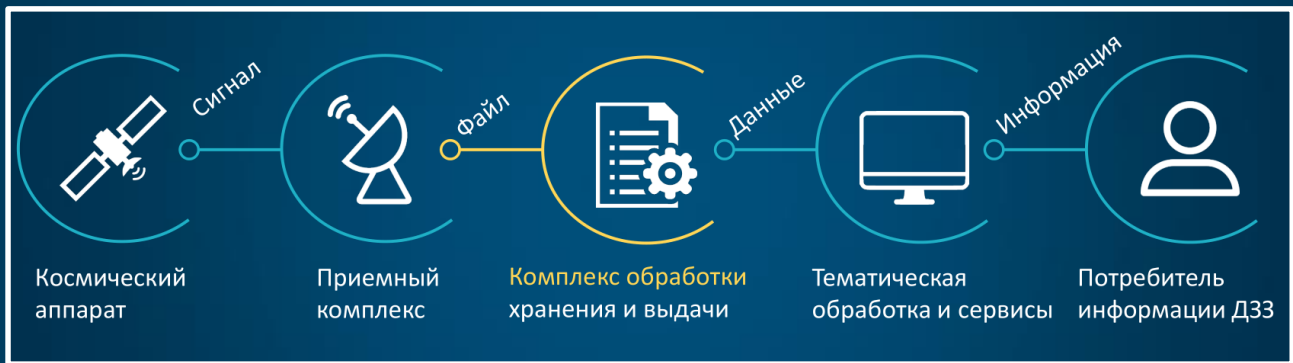
Комплекс автоматической потоковой  
обработки информации -  
**результаты эксплуатации**  
в интересах потребителей  
**Федерального фонда данных  
дистанционного зондирования  
Земли (ФФД ДЗЗ)**

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

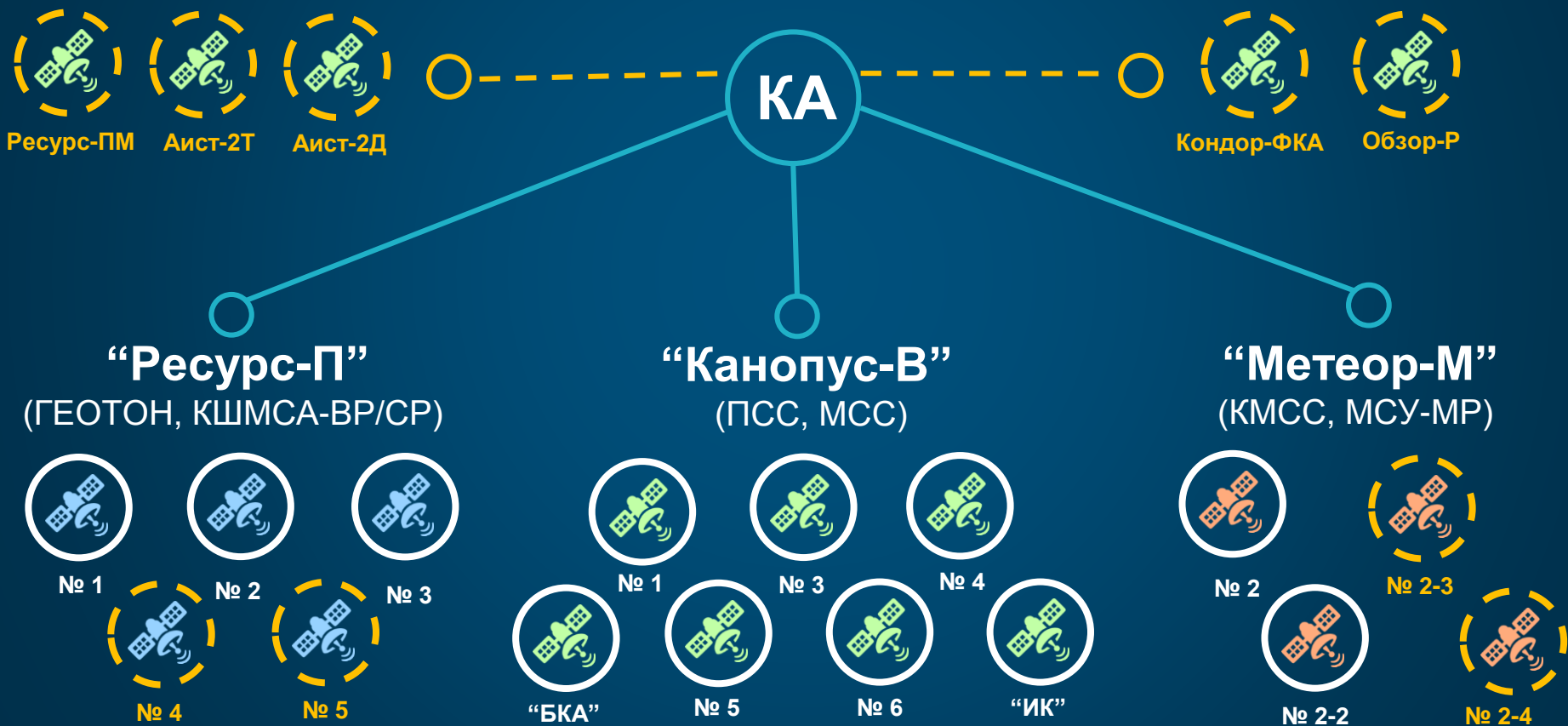
## Основные преимущества АПОИ

- ✓ 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)



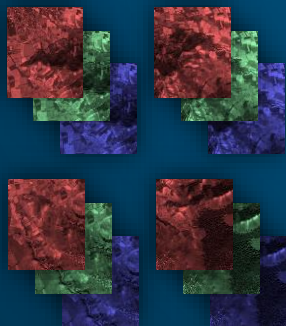
# Порядок формирования качественных продуктов в АПОИ



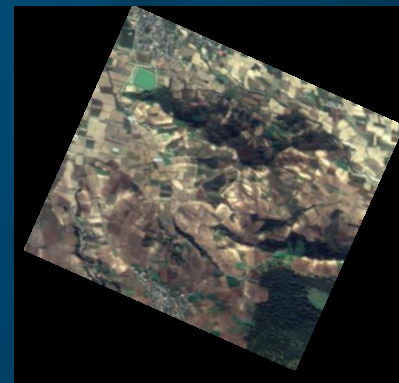
Снимок в геометрии идеального псевдо-сенсора



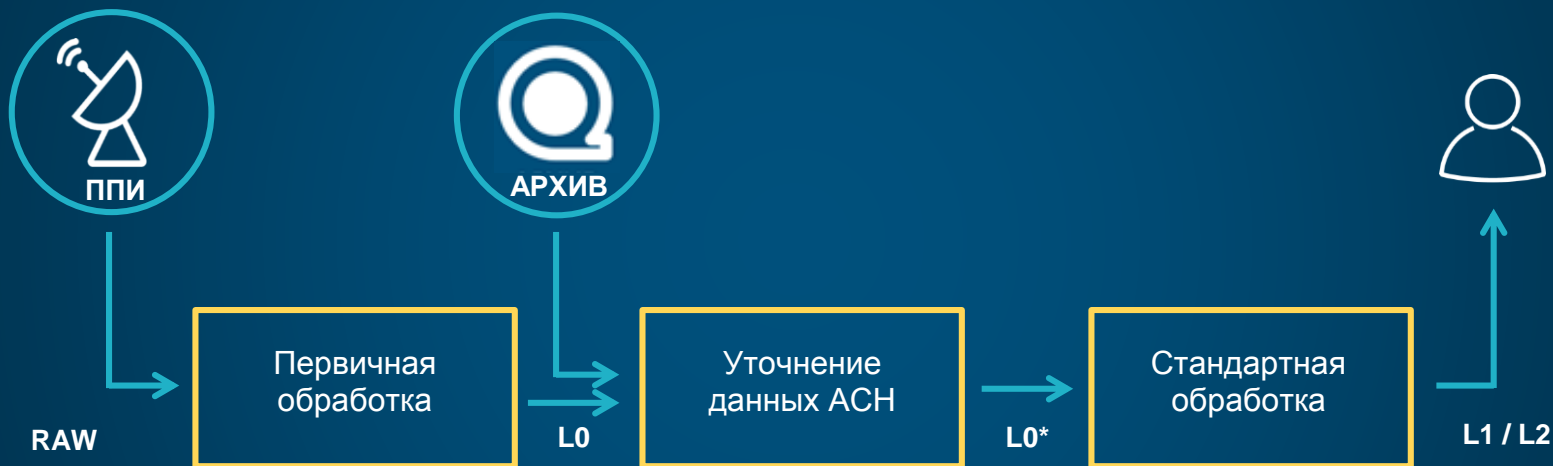
Изображения отдельных матриц снимка



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

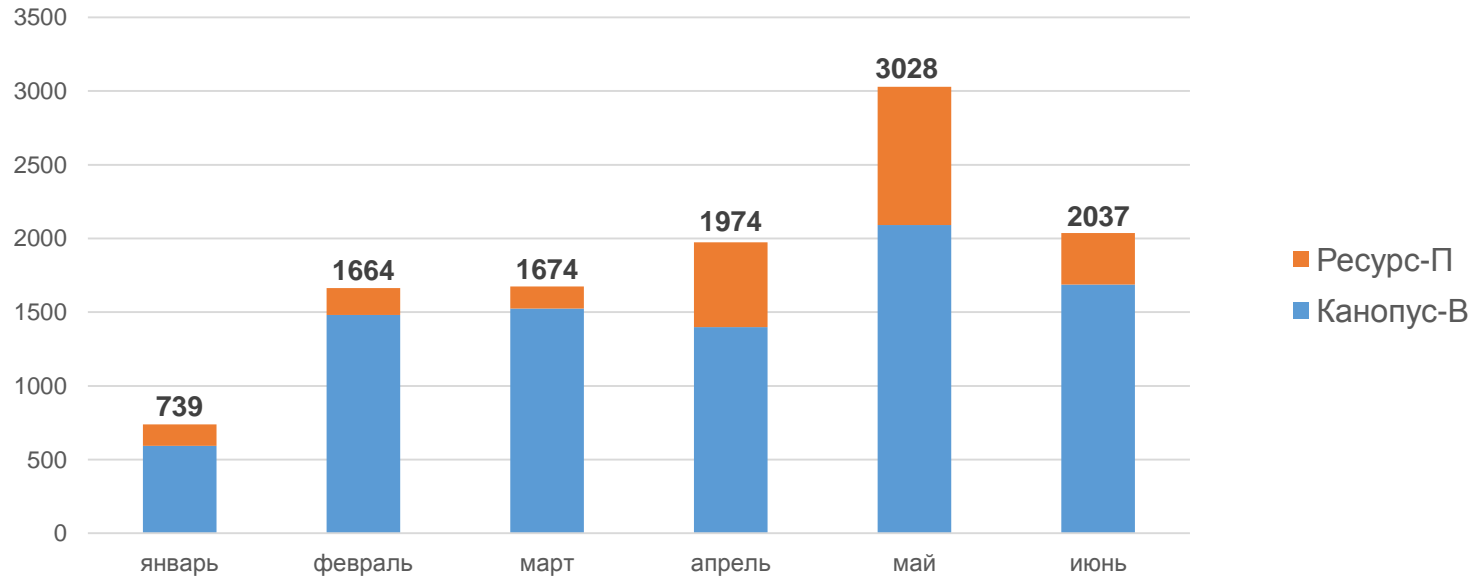
# Результаты работы АПОИ в рамках эксплуатации ФФД ДЗЗ



**Всего заданий за период – 18 404**

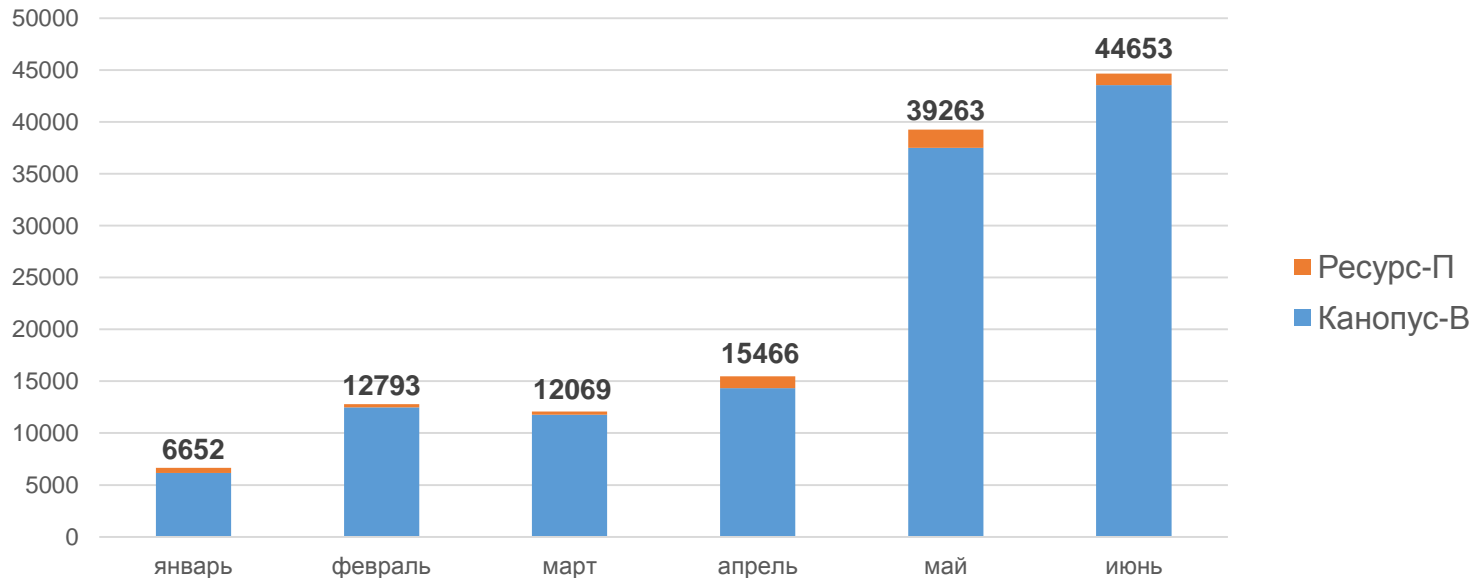


Количество уникальных маршрутов, обработанных АПОИ  
в период с 01.01.2022 по 30.06.2022



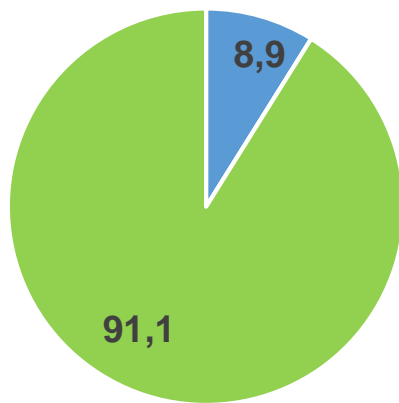
**Всего маршрутов за период – 11 116**

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



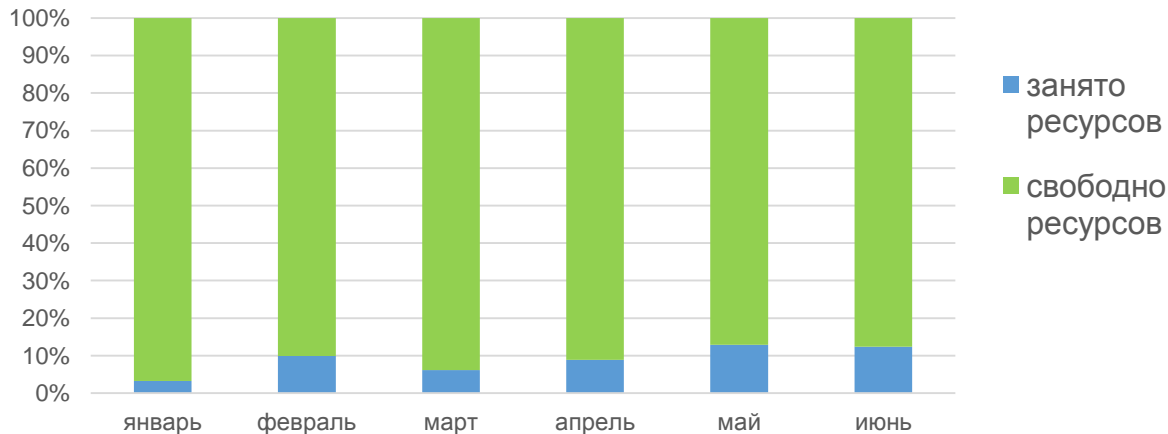
**Всего сцен за период – 130 896**

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

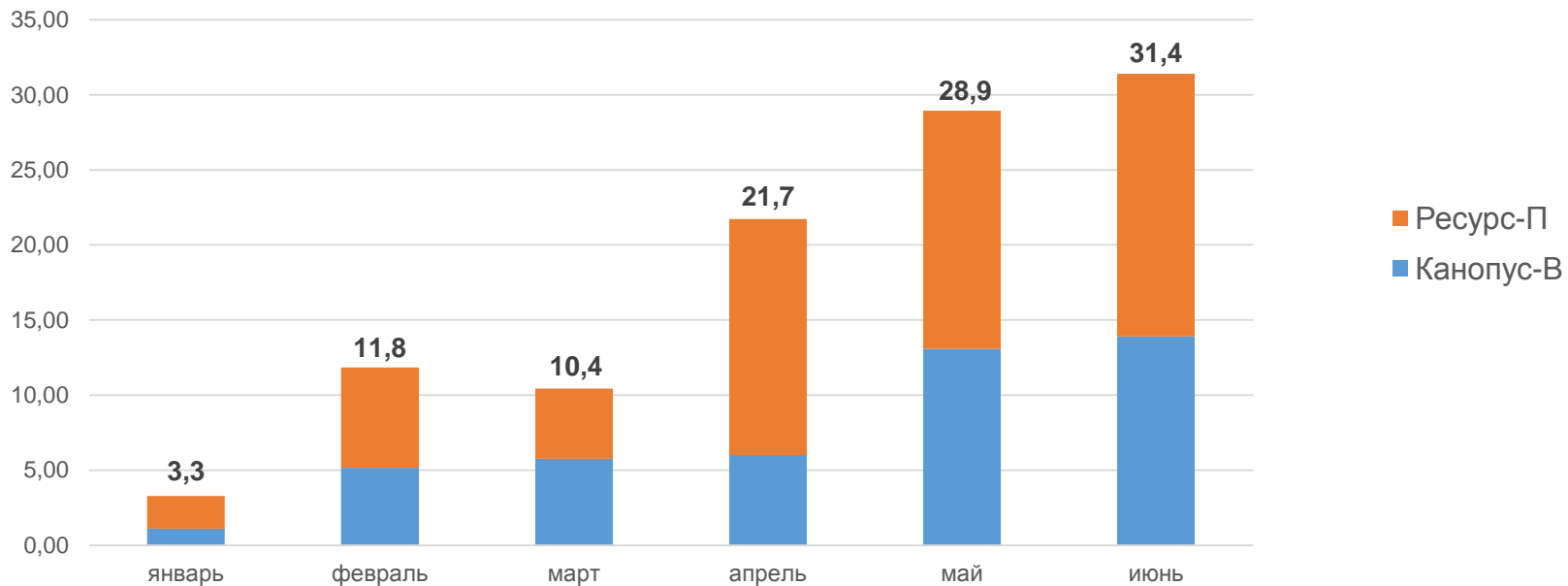


- загружено %
- свободно %

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

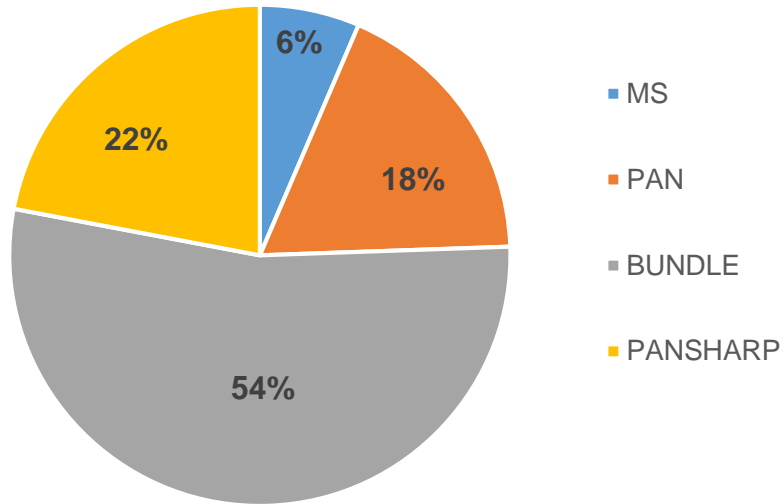


### Объем продуктов в ТБ, сформированных АПОИ в период с 01.01.2022 по 30.06.2022

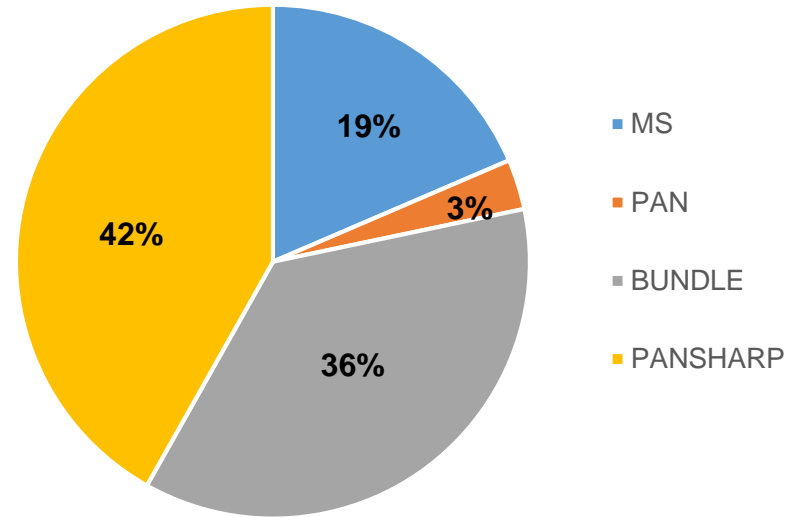


**Общий объем продуктов за период – 107,6 ТБ**

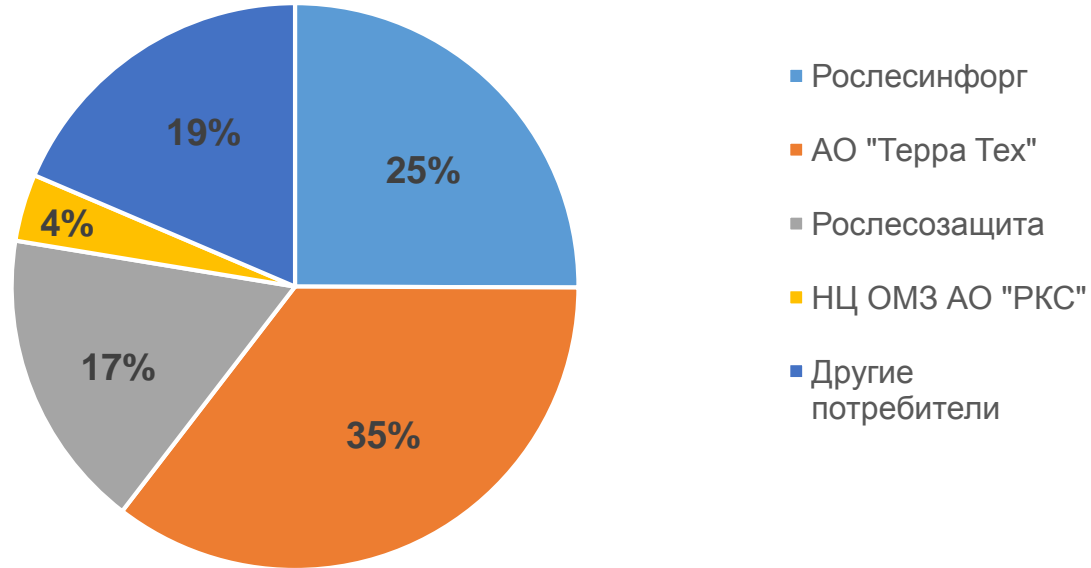
Соотношение продуктов MS, PAN, BUNDLE и PANSHARP в период опытной эксплуатации АПОИ с октября 2020 по март 2021 гг.



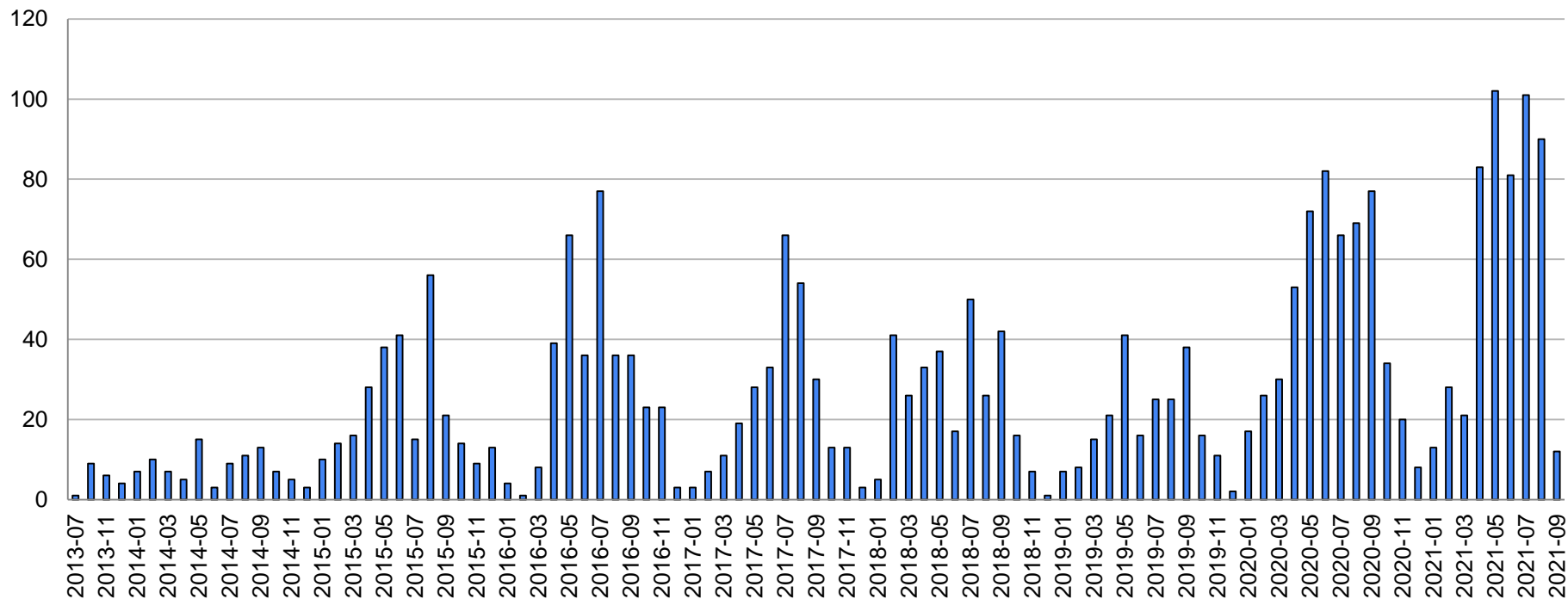
Соотношение продуктов MS, PAN, BUNDLE и PANSARP за период с 01.01.2022 по 30.06.2022



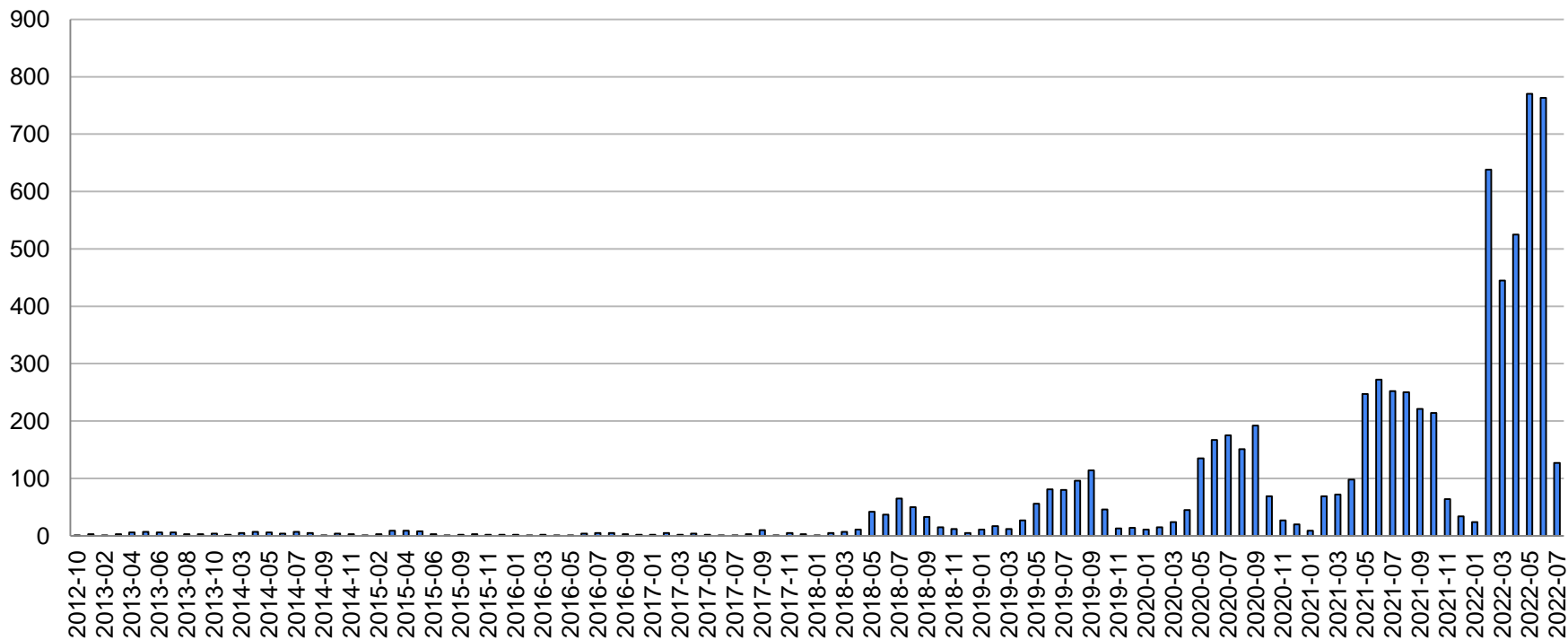
Основные потребители продуктов ДЗЗ,  
сформированных АПОИ в рамках эксплуатации ФФД ДЗЗ  
с 01.01.2022 по 30.06.2022



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



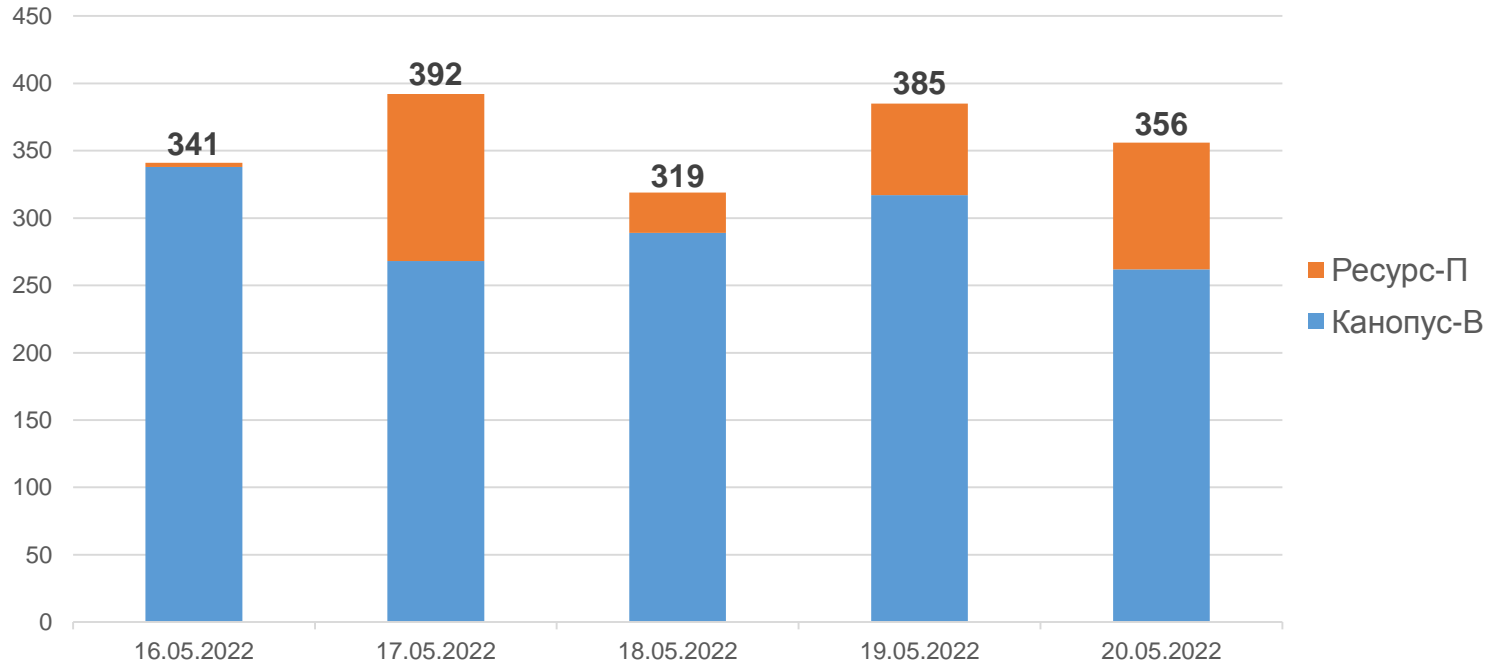


## Производительность комплекса АПОИ в эксплуатации ФФД ДЗЗ при максимальной нагрузке

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)

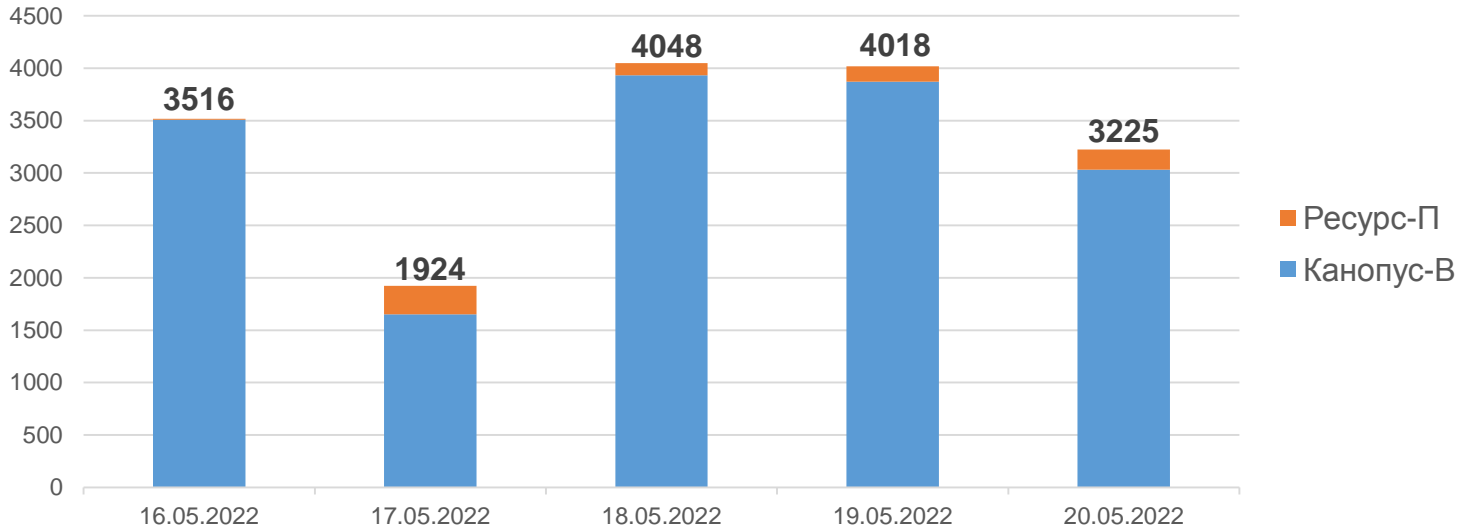
Требование ТЗ по производительности – 1,5 ТБ / сутки

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



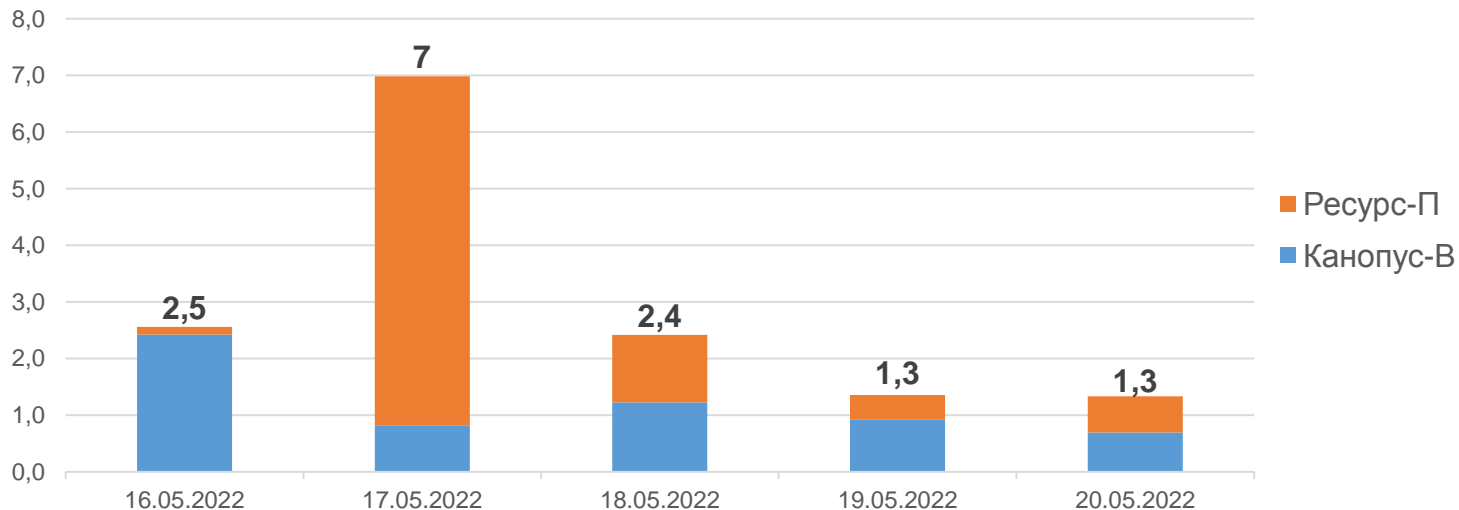
## Пиковая нагрузка – 4048 сцен/сутки

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

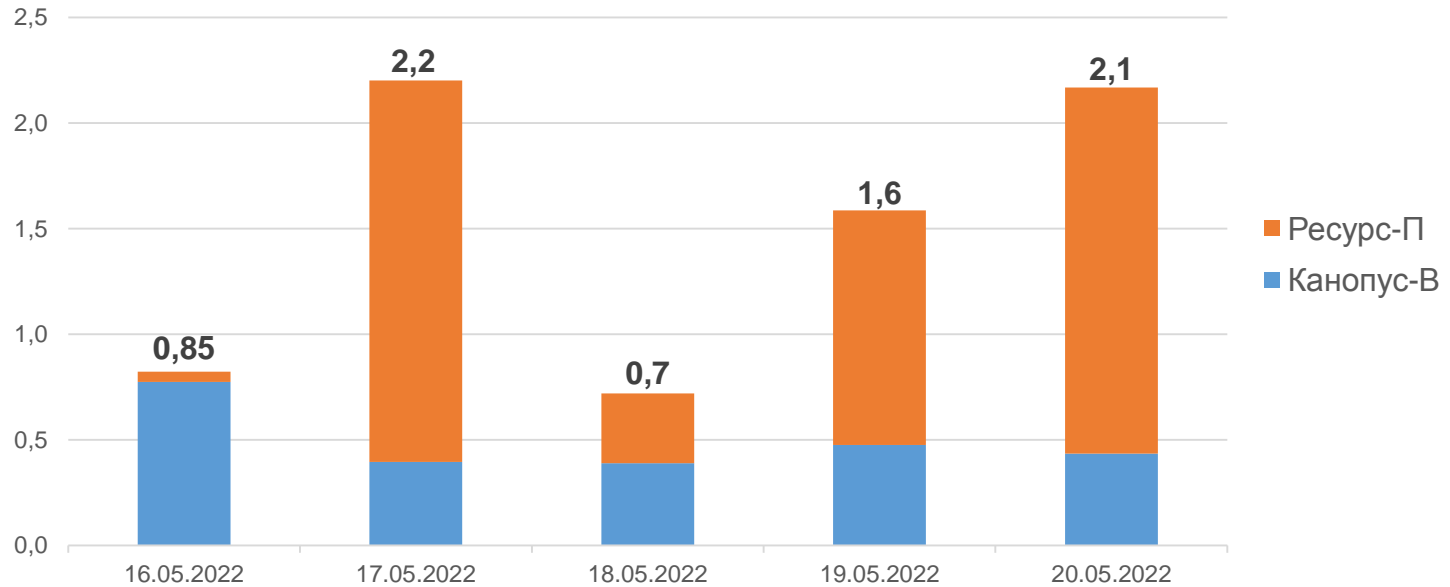


Суммарный объем выходных продуктов за 5 суток – 14,6 ТБ  
Производительность средняя – 3 ТБ/сутки  
Пиковая производительность – 7 ТБ/сутки

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

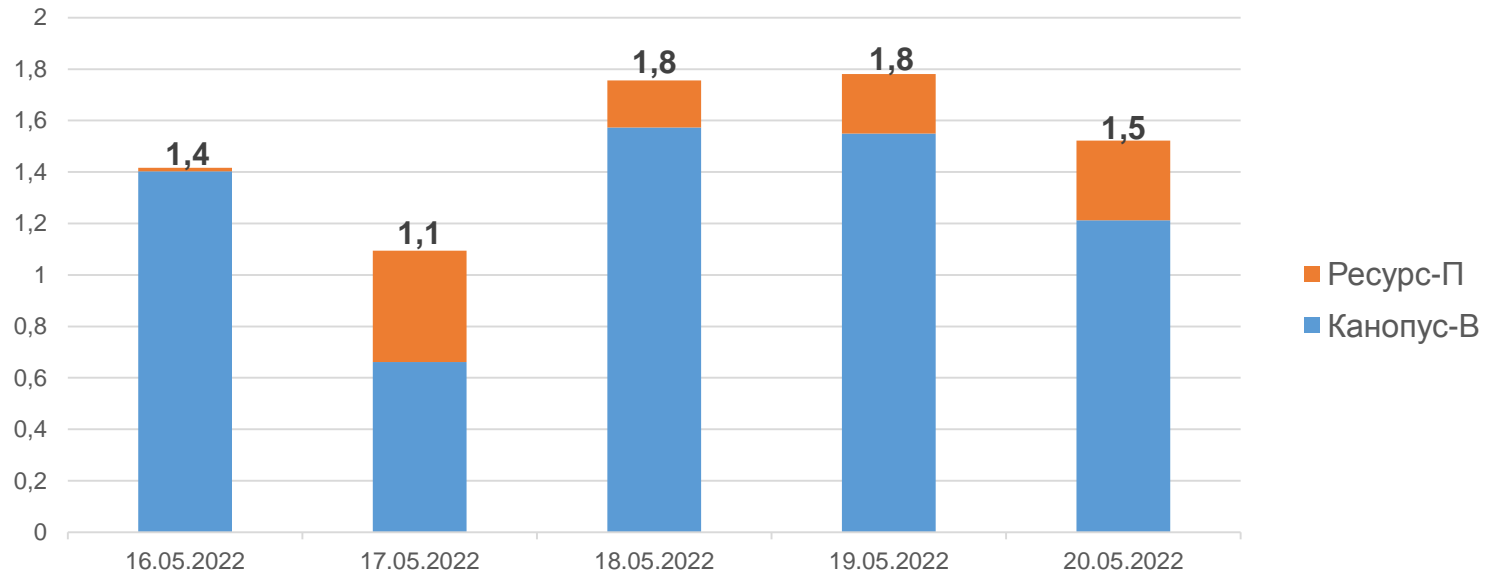


Объем входных архивных данных L0 в ТБ, обработанных АПОИ  
в пиковый период с 16.05.2022 по 20.05.2022



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:

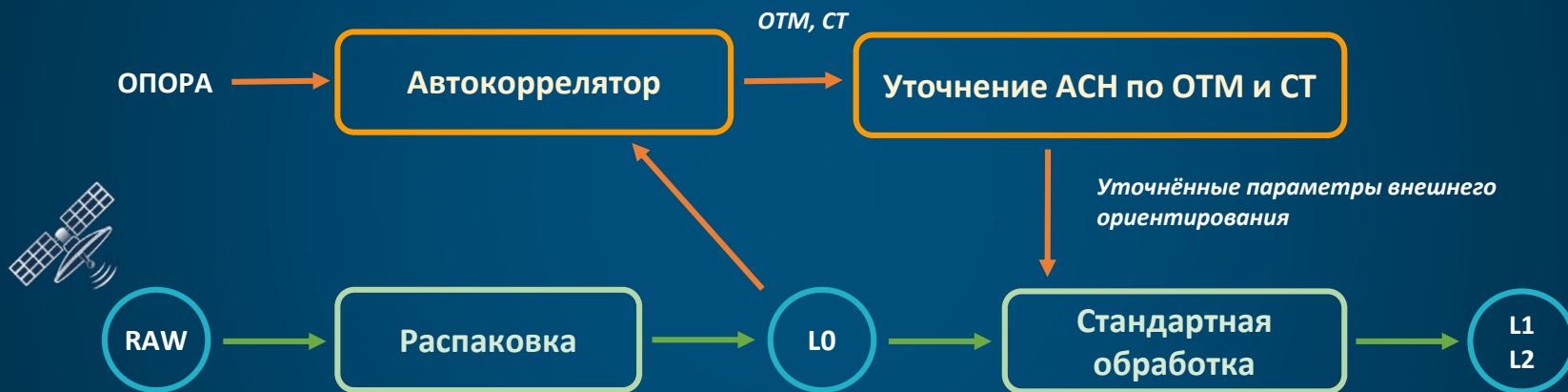


- Ошибки геопривязки
- Ошибки сшивки матриц
- Ошибки сведения спектральных каналов
- Ошибки совмещения изображений в мозаике

**АПОИ устраняет  
первопричины**

**НКПОР  
устраняет  
последствия**

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





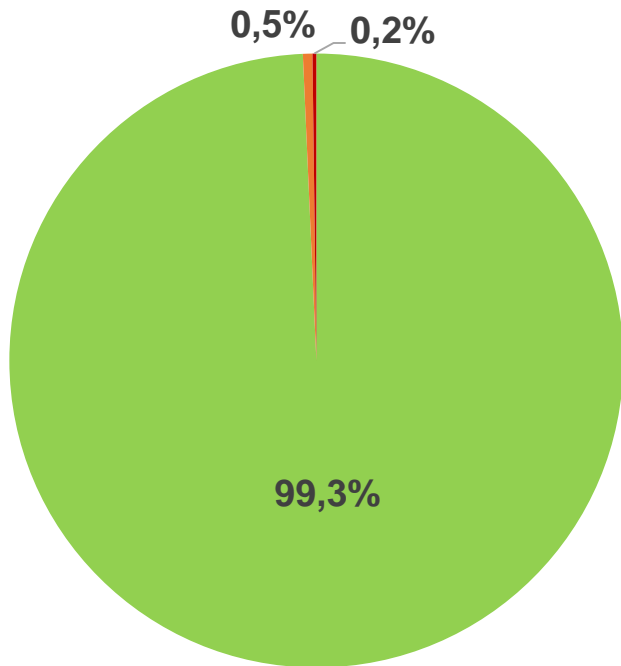
## Уточнение геопривязки

*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	<b>5.7</b>
“Ресурс-П” №2,3	23.6	<b>4.4</b>
“Канопус-В” №1, БКА*	2419.2	33.1
“Ресурс-П” №1*	1177.3	10.2

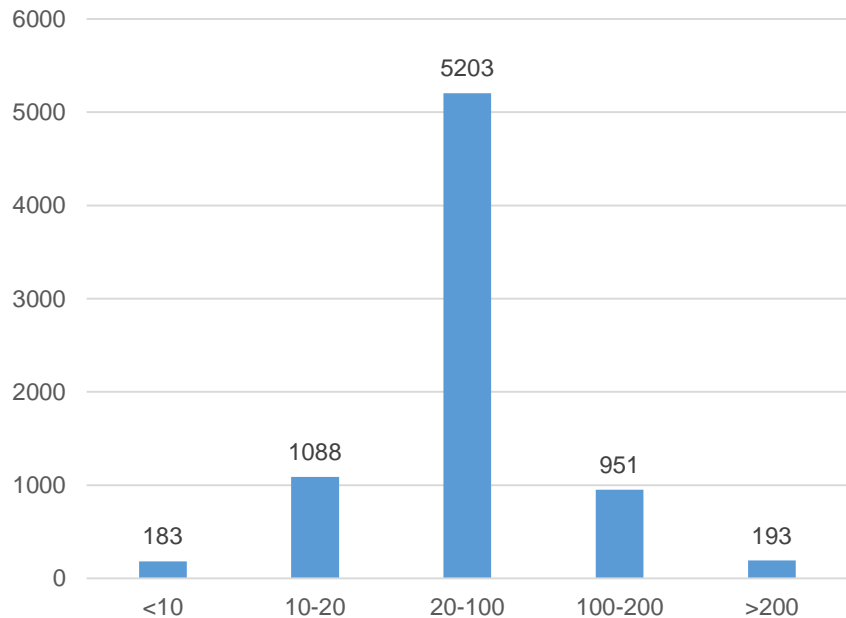
\*Уточнилось 99,3% обрабатываемых маршрутов в период январь-июнь 2022г. Не уточнились только сплошная облачность и сплошная вода

### Уточнение геопривязки для маршрутов из архива

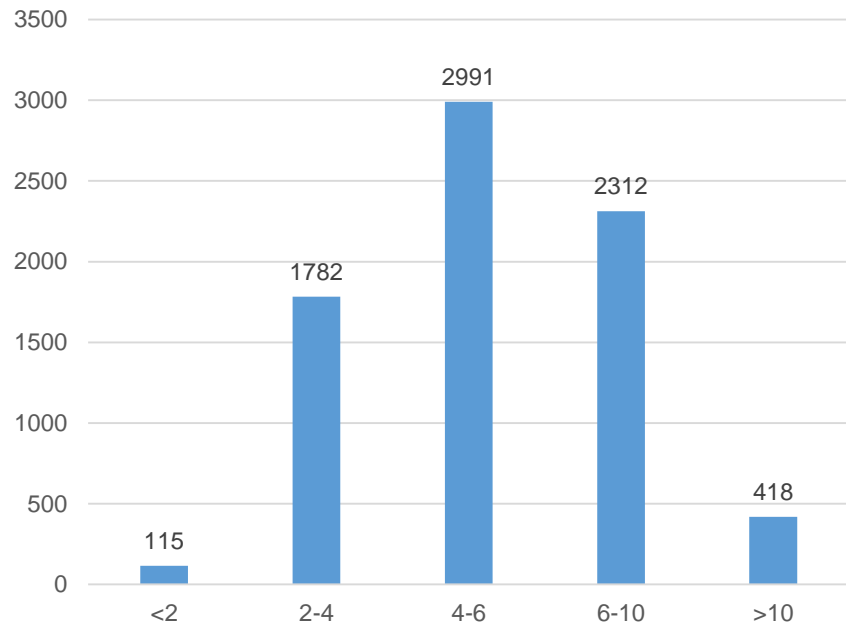


- уточнилось 10 056
- некондиция (облачность, вода, лед) 53
- не уточнилось 21

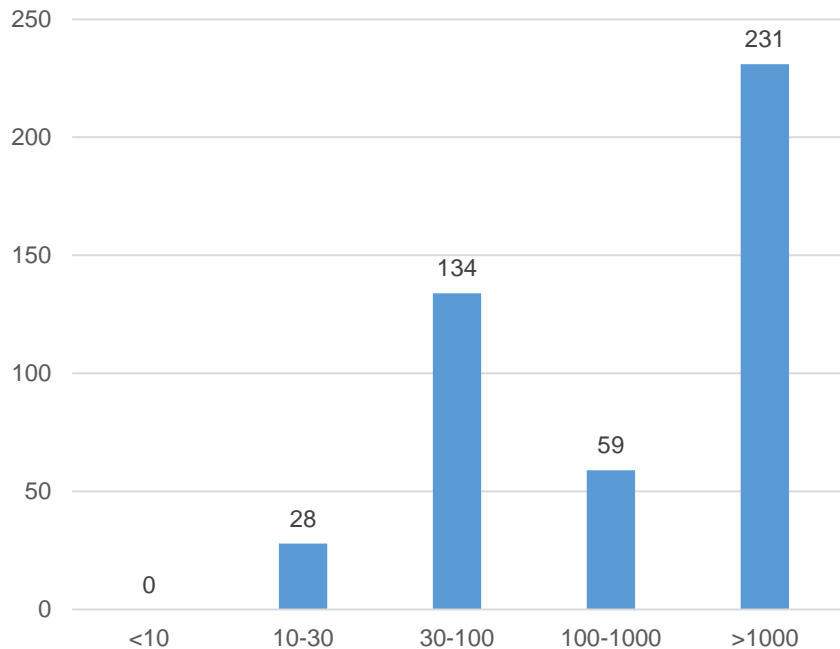
### СКО геопривязки в метрах ДО коррекции для данных КА Канопус В 3,4,5,6+ИК



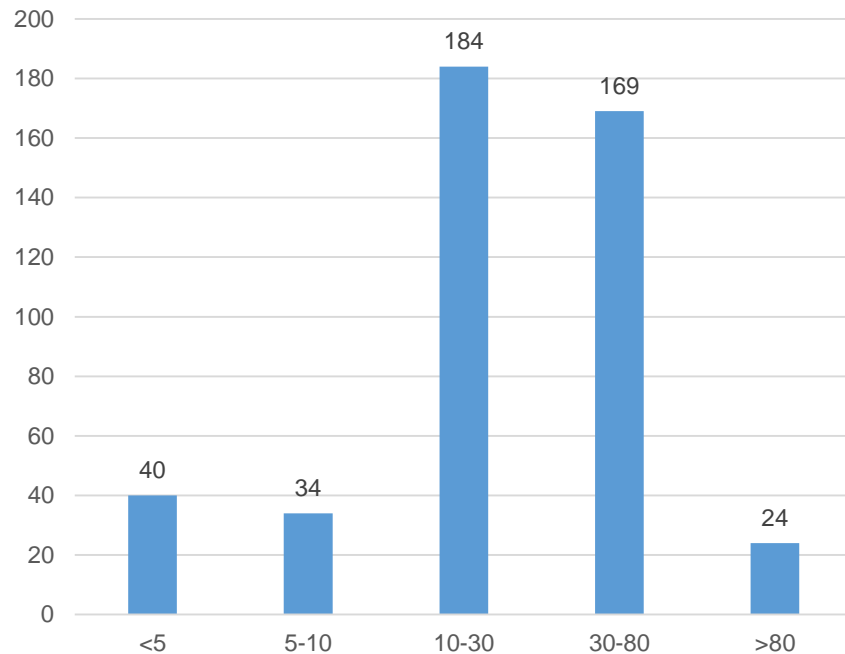
### СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции для данных КА Канопус В 3,4,5,6+ИК



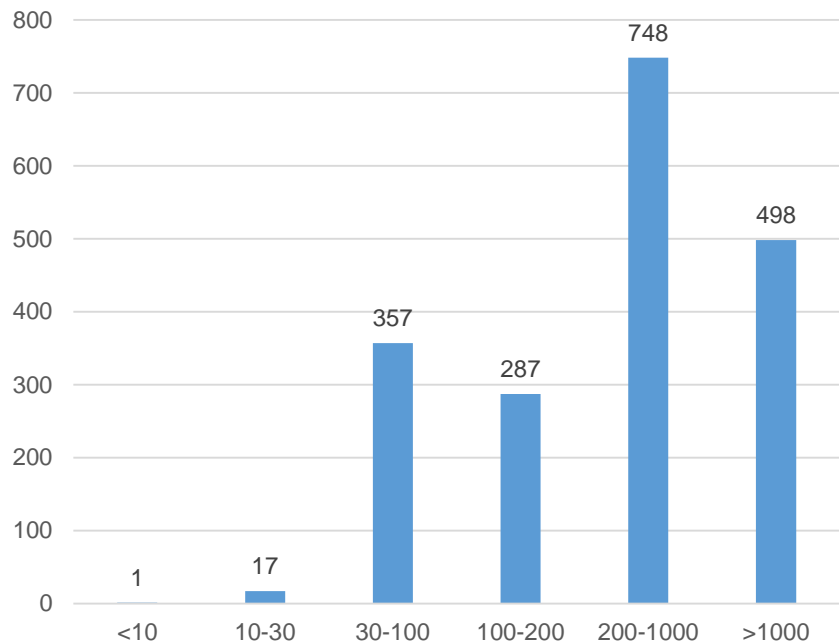
СКО геопривязки в метрах ДО коррекции для данных КА Канопус В 1+БКА



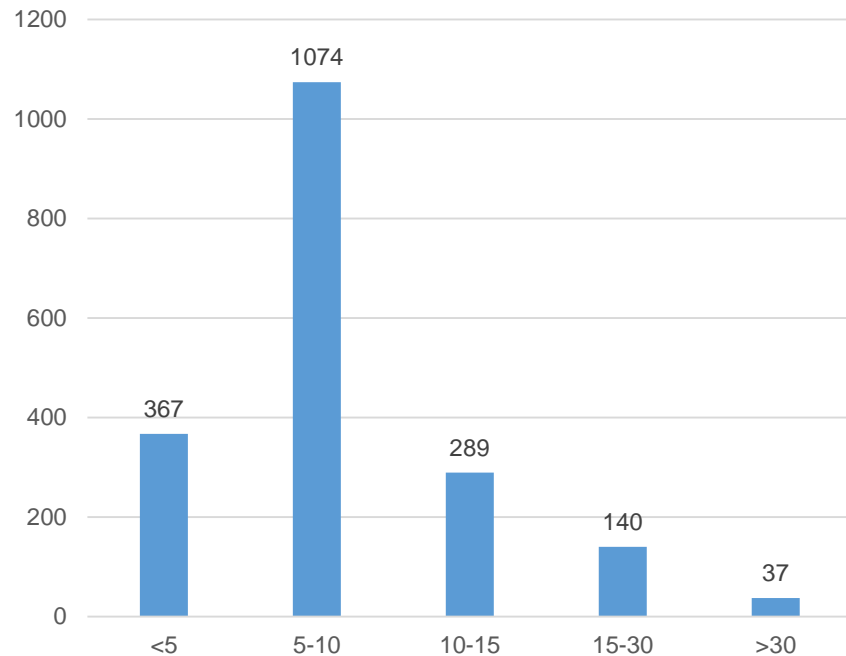
СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции для данных КА Канопус В 1+БКА



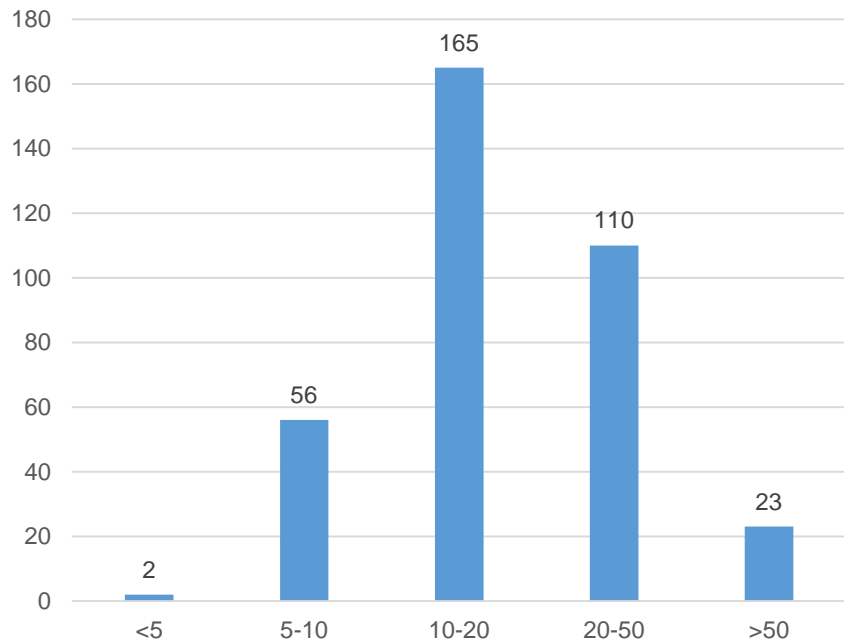
### СКО геопривязки в метрах ДО коррекции для данных КА Ресурс-П №1



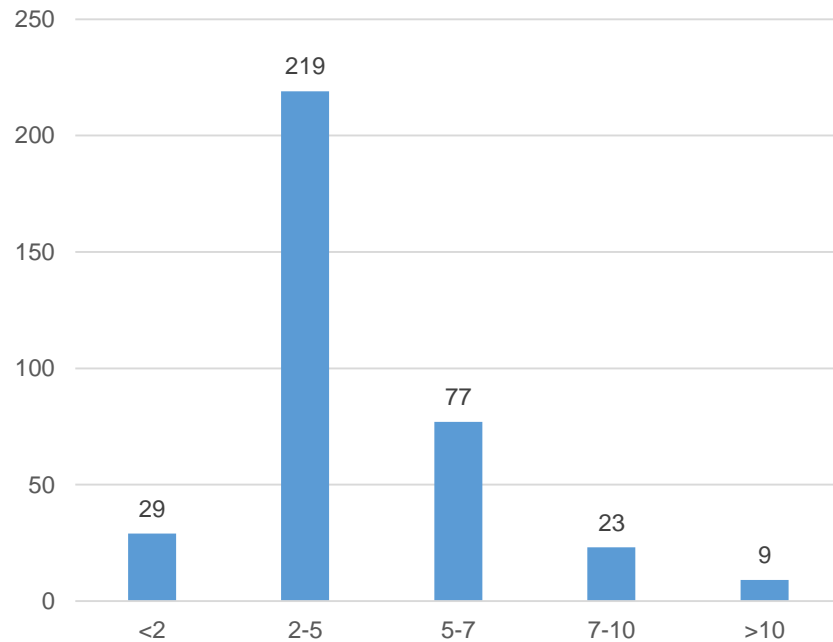
### СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции для данных КА Ресурс-П №1



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

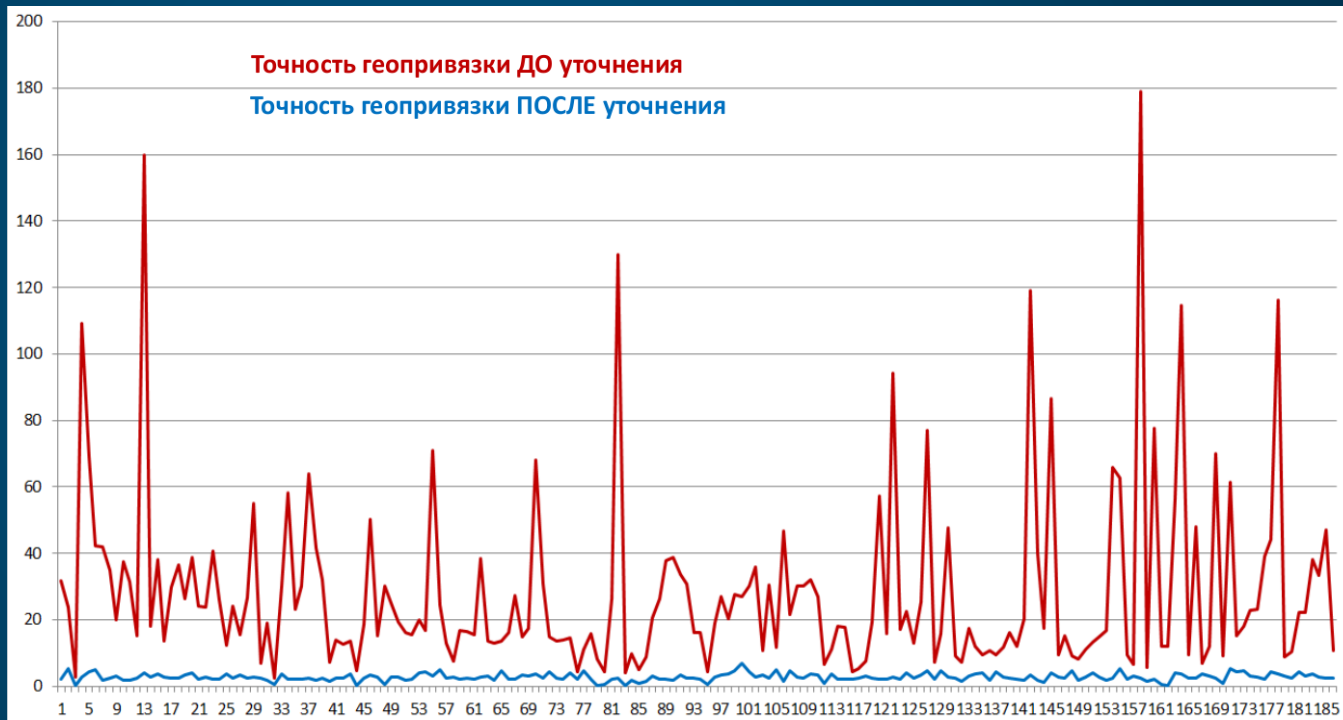


СКО геопривязки в метрах ПОСЛЕ коррекции  
для данных КА Ресурс-П №2,3



# Уточнение навигационных параметров

Статистика уточнения геопривязки на примере маршрутов Ресурс-П



# Обработка в ЦЗ

Качественный переход от обработки единичного маршрута к обработке ЕСМДП



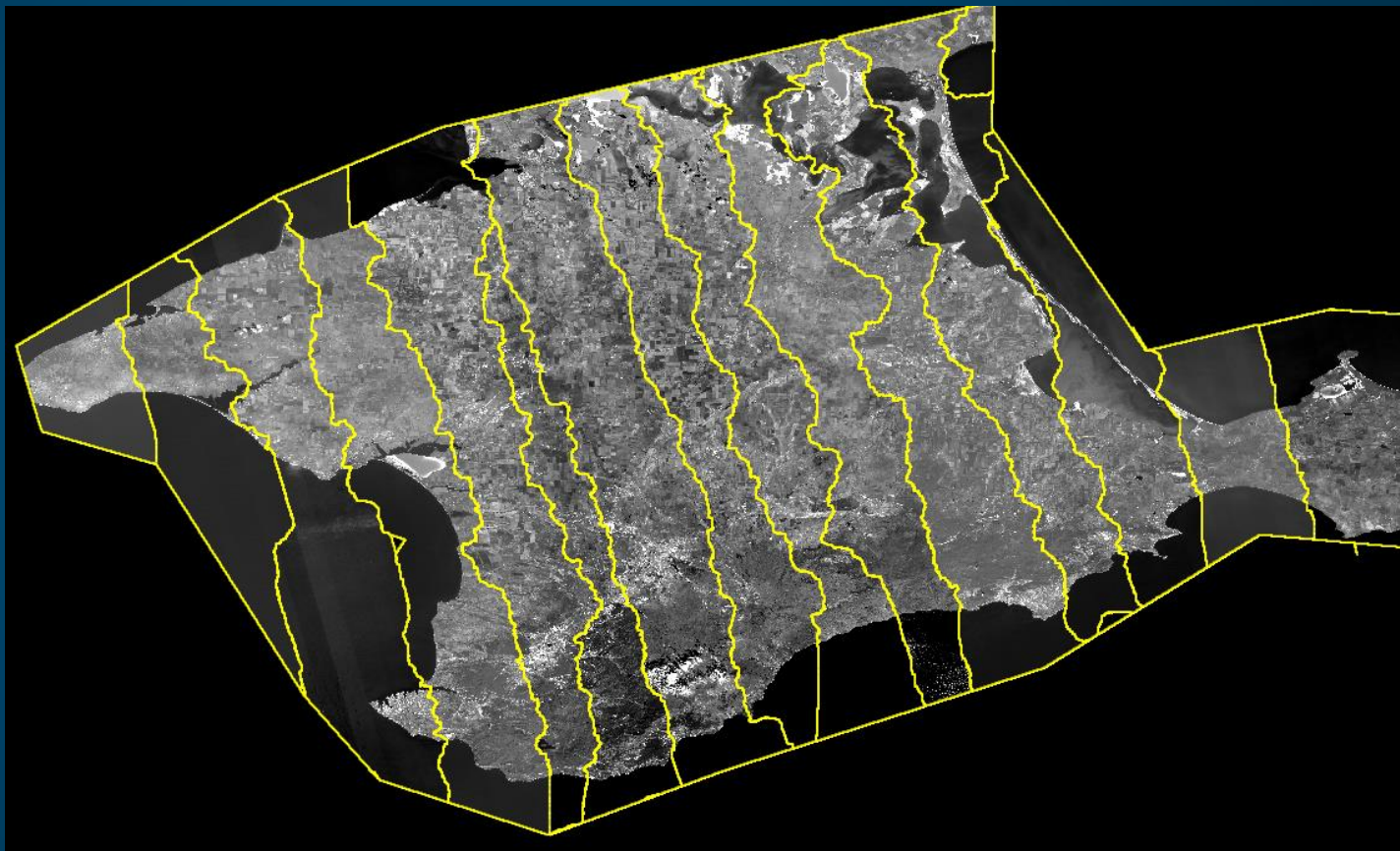


## Пример мозаики, полученной в автоматическом режиме

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
<b>Средние значения</b>	<b>2929</b>	<b>104,32</b>	<b>4,84</b>	<b>1,68</b>





Спасибо за внимание!

НТК-3, отделение 4  
Боровенский Евгений Николаевич  
[eborovensky@yandex.ru](mailto:eborovensky@yandex.ru)