

Разработка программного обеспечения интерактивного контроля и создания бесшовных сплошных покрытий

Васильев А.И.

Ромайкин С.В.

Пестряков А.А.

Емельянов А.А.

НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы» (Москва, РФ)

Для создания мозаик и бесшовных сплошных покрытий (БСП) применяются проприетарные фотограмметрические пакеты (например, ERDAS IMAGINE MosaicPro, PHOTOMOD GeoMosaic), в том числе, для обработки данных российских КС ДЗЗ *. В докладе рассматривается разработка программного обеспечения (ПО) интерактивного контроля и создания БСП по данным российских КС ДЗЗ в виде плагина для открытой геоинформационной системы QGIS, имеющей обширный функционал для работы с геоданными, а также интерфейсы разработки и реализации специализированных плагинов, расширяющего базовые возможности QGIS.

Операторы систем ДЗЗ

Проприетарные фотограмметрические пакеты

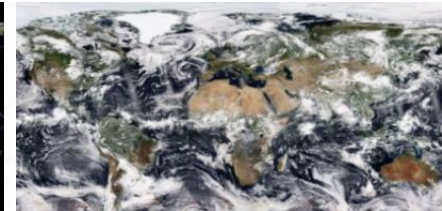
Бесшовные сплошные покрытия и мозаики

AIRBUS

Copernicus

MAXAR

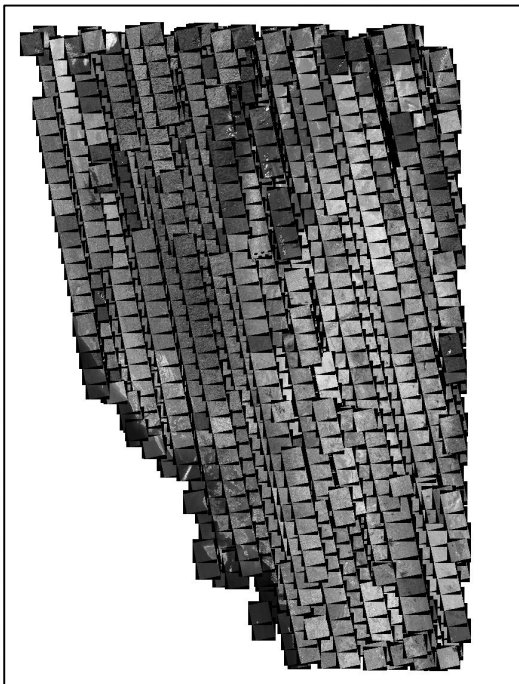
planet.



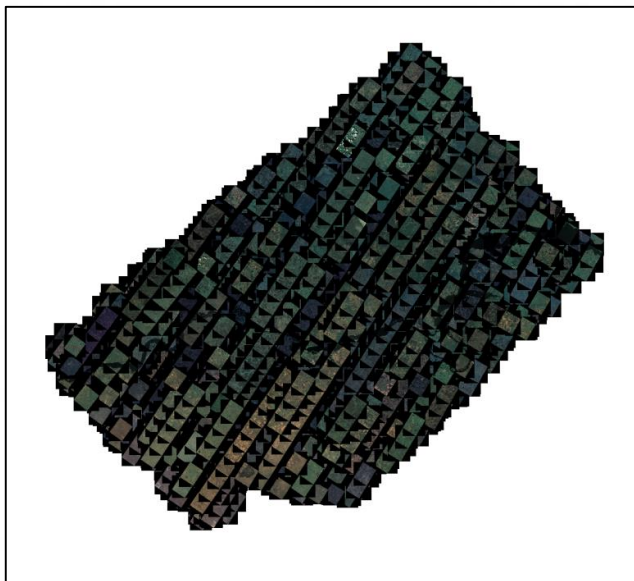
* Васильев А.И., Крылов А.В., Панкин А.В. Стандартная обработка данных КШМСА КА «Ресурс-П» в обеспечение автоматического формирования бесшовного сплошного покрытия // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 2. С. 18-28.

Исходные данные для создания БСП

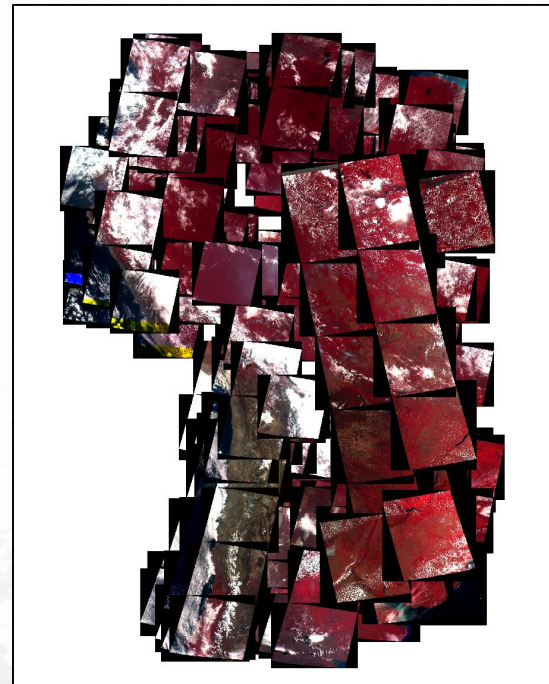
Снимки ПСС КА Канопус-В.
Уровень: 2В/1D
Число сцен: 1288 (593 Гб)



Снимки ПСС + МСС КА Канопус-В.
Уровень: PDN/4В
Число сцен: 2018 (2 Тб)



Снимки КМСС КА Метеор-М.
Уровень: 2А
Число сцен: 255 (255 Гб)



Программные технологии, используемые в разработке плагина



Принципиальная схема формирования БСП

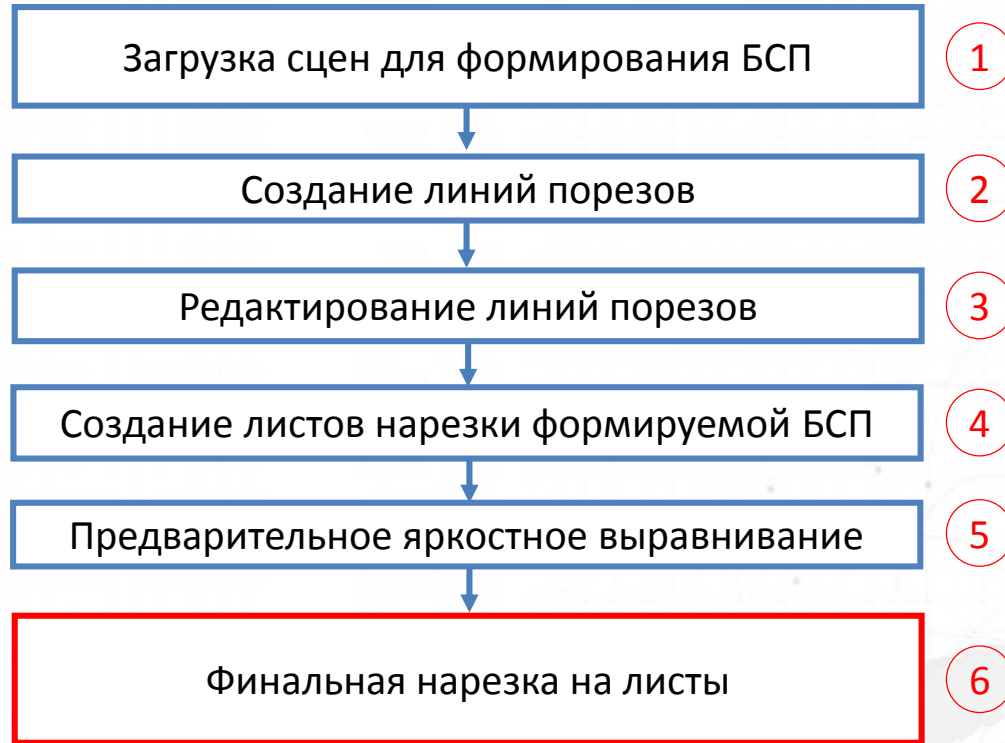
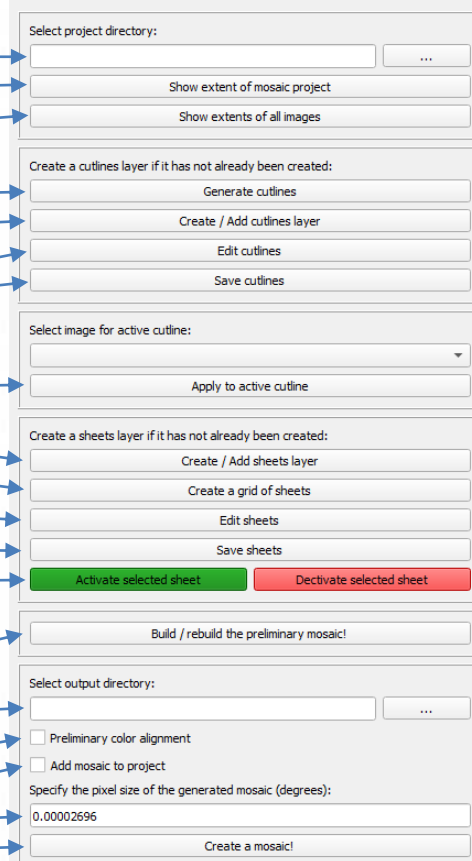


Диаграмма действий плагина



Графический интерфейс плагина

- Выбор рабочей директории
- Показать покрытие мозаики
- Показать контуры изображений проекта
- Автоматическое построение порезов
- Создать / Добавить слой порезов в проект
- Активация режима редактирования порезов
- Сохранить изменения в слое порезов
- Применить выбранное изображение к активному порезу
- Создать / Добавить слой листов в проект
- Сгенерировать сетку листов видимой области
- Активация режима редактирования листов
- Сохранить изменения в слое листов
- Активировать / деактивировать выбранный лист
- Построить/перестроить предварительную мозаику
- Выбор выходной директории
- Предварительное яркостное выравнивание
- Добавить листы в проект после построения
- Размер пикселя формируемой БСП
- Построить БСП



The screenshot shows a multi-sectioned GUI for a mosaic plugin. It includes sections for project directory selection, cutline management (generation, creation, editing, saving, and application), sheet management (creation, grid generation, editing, saving, and activation/deactivation), and final mosaic creation (preliminary mosaic building, output directory selection, alignment options, pixel size specification, and final mosaic creation).

Блок начала работы

1

Блок работы с линиями порезов

2

3

Блок работы с листами

4

Блок нарезки и яркостного выравнивания *

5

6

Процессор: Intel(R) Core (TM) i7-7700K CPU @ 4.20 GHz

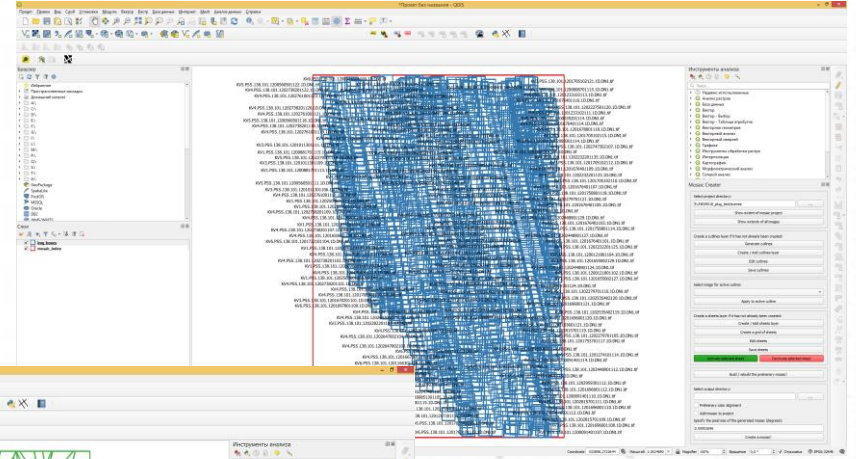
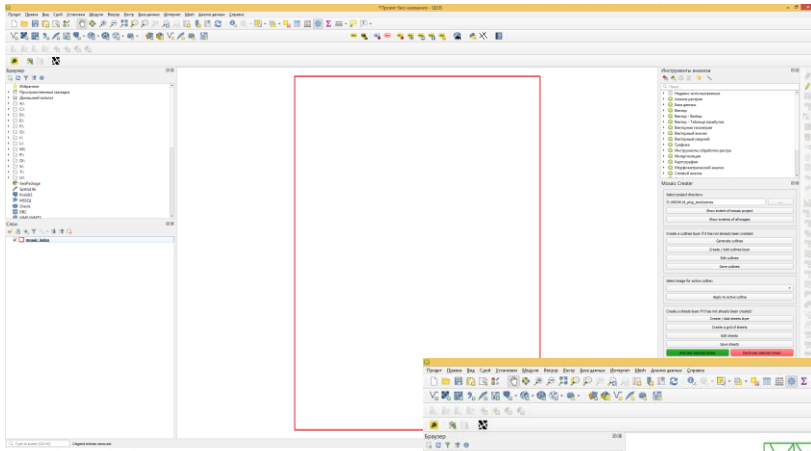
Объем ОЗУ: 32,0 ГБ

ГПУ: NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti

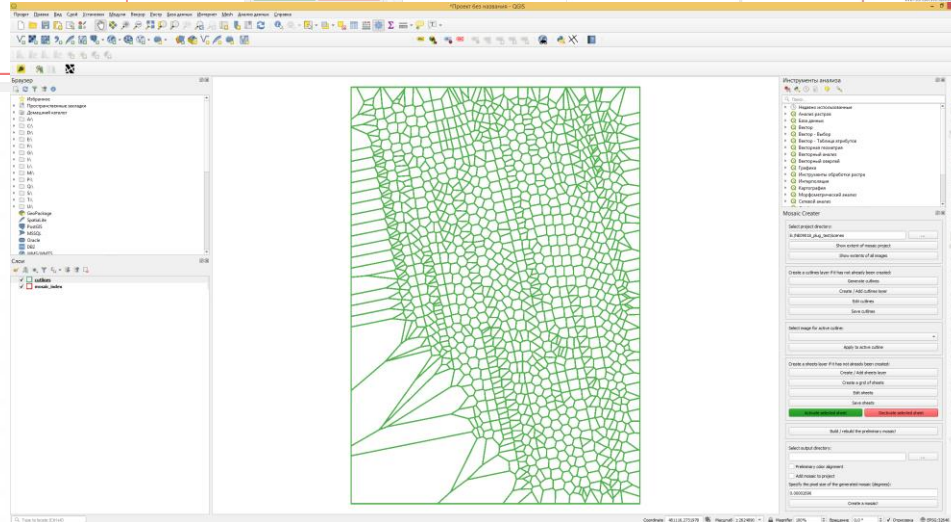
ОС: Windows 8.1 Профессиональная (x64)

Версия ГИС QGIS: 3.10.11-A

Начало работы и построение линий порезов



1 Визуализация границ рабочей области

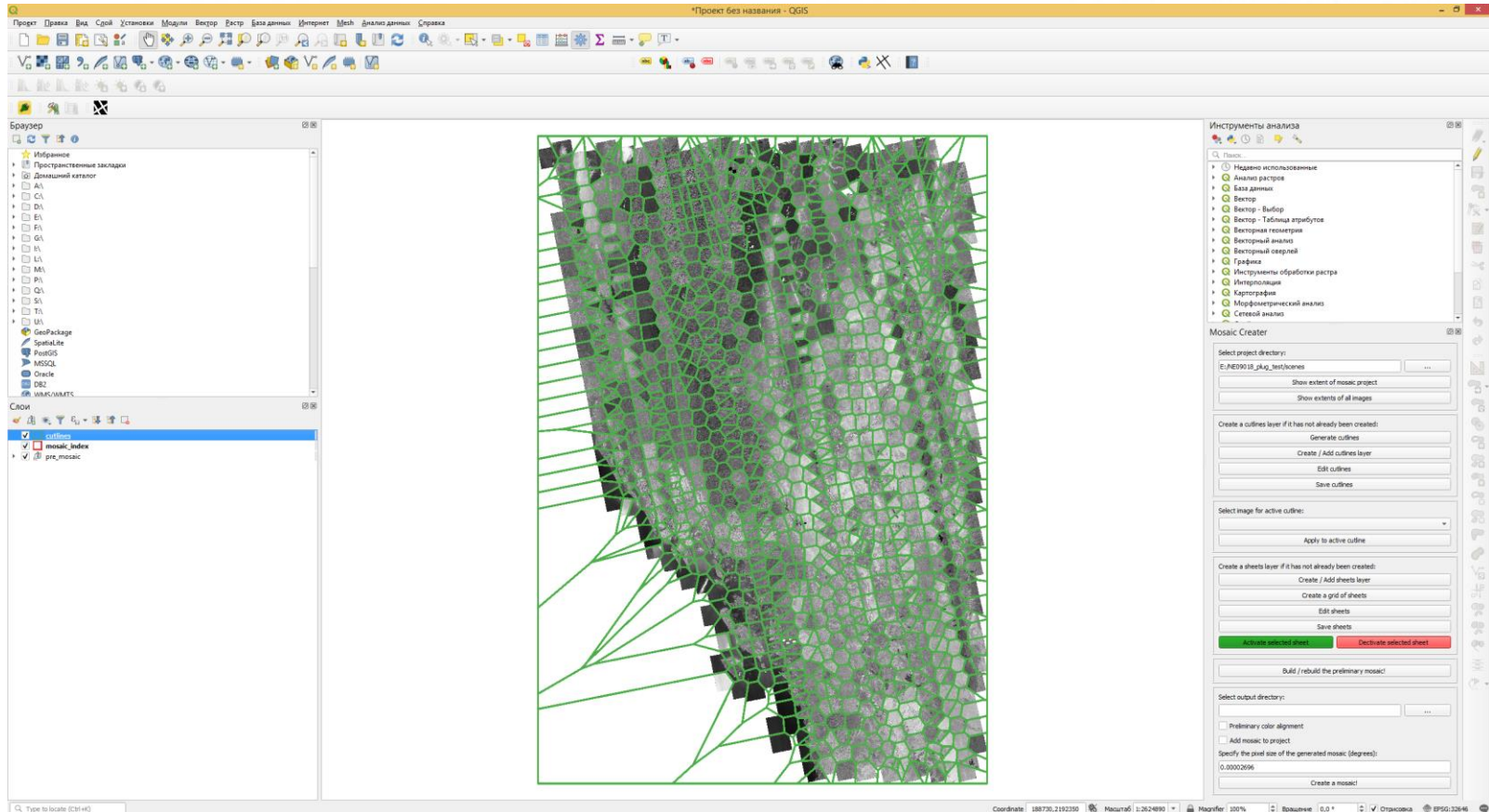


Визуализация накидного монтажа

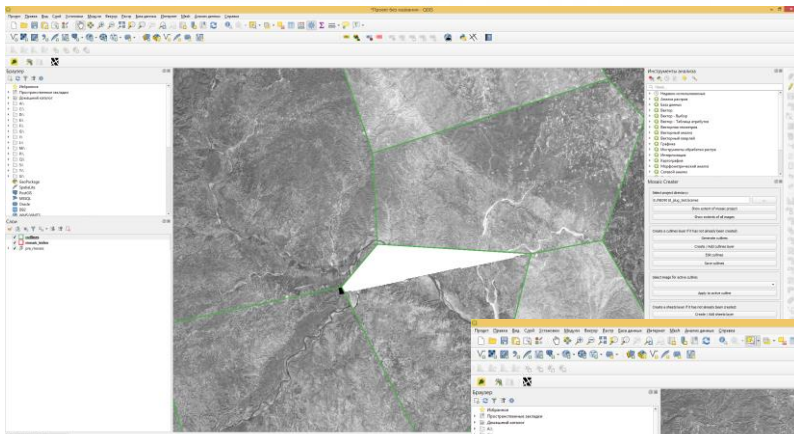
Сгенерированные линии порезов

2

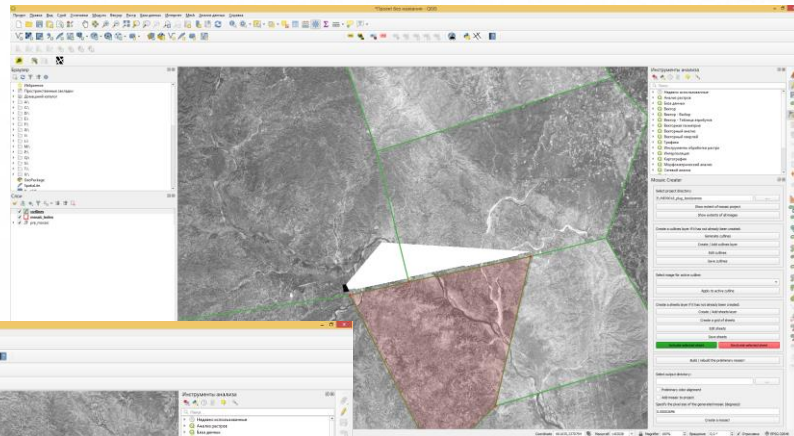
Визуализация предварительной мозаики



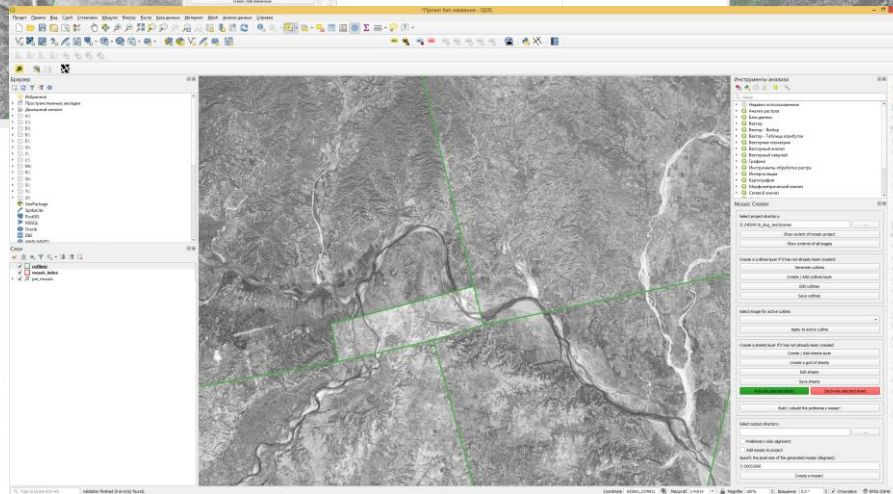
The screenshot shows the QGIS desktop environment. The main canvas displays a satellite image with a green grid overlay, representing a preliminary mosaic. The left sidebar contains a 'Браузер' (Browser) panel with a tree view of data sources and a 'Слои' (Layers) panel with a list of layers including 'cutlines', 'mosaic_index', and 'pnt_mosaic'. The right sidebar features the 'Инструменты анализа' (Analysis Tools) panel and the 'Mosaic Creator' plugin settings. The 'Mosaic Creator' panel includes fields for project directory, buttons for generating outlines and sheets, and a 'Build / rebuild the preliminary mosaic!' button. The status bar at the bottom shows coordinates and zoom level.



Выявление проблемного участка мозаики



Корректировка линий порезов

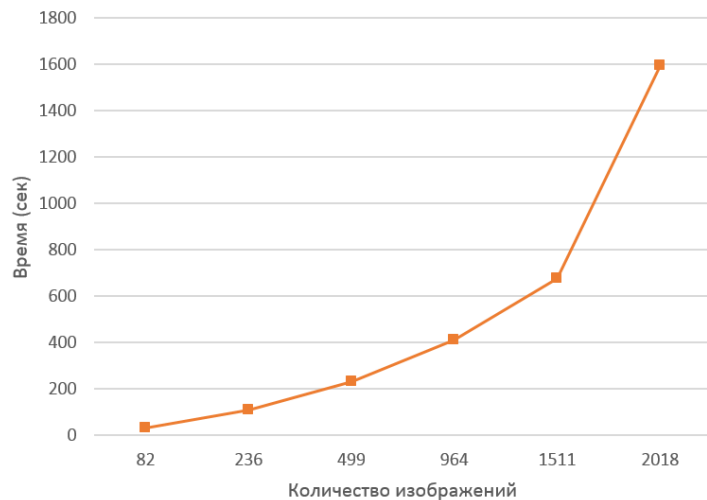


Перестроение предварительной мозаики

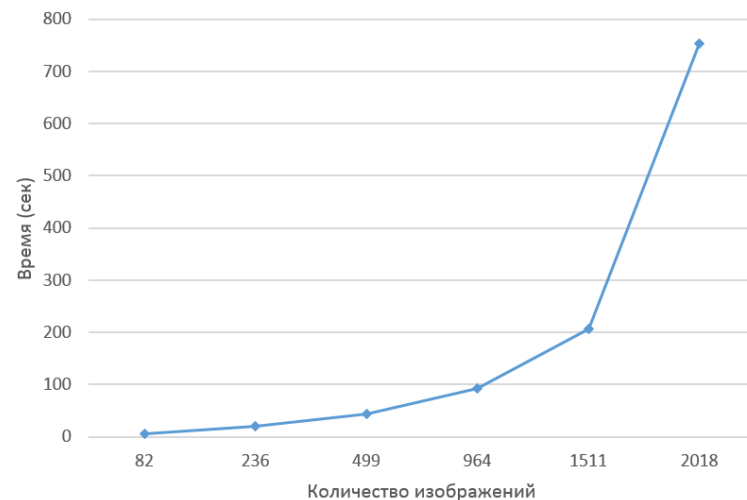
При работе плагина с большими объемами данных в интерактивном режиме наблюдается падение производительности. На слайде представлены зависимости показателей времени от количества исходных сцен.

Сторона квадрата (градусы)	Число исходных изображений	Задержка отрисовки без использования зума (сек)	Задержка отрисовки с использованием зума (сек)	Время частичного перестроения предварительной мозаики (сек)	Время полного перестроения предварительной мозаики (сек)
0,5	82	0,4	0,5	6,2	29,2
1,5	236	0,5	3,5	19,3	109,6
2,5	499	1,5	14,3	44,4	230,2
3,5	964	3,9	39,8	92,1	411,4
4,5	1511	6,5	67,5	206,5	676,2
5,5	2018	8,3	87,8	753,5	1593,1
Пример показателей при обработке в PHOTOMOD GeoMosaic					
5,5	1423	0,8	5,8	4,5	8,4

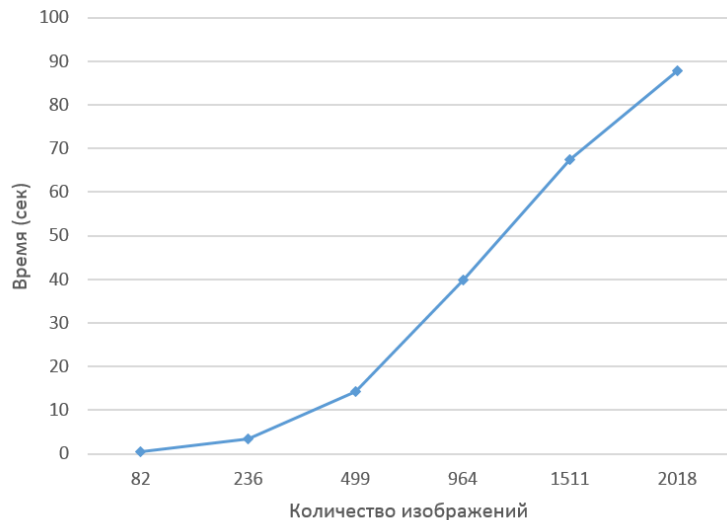
Зависимость времени полного перестроения предварительной мозаики от количества исходных изображений



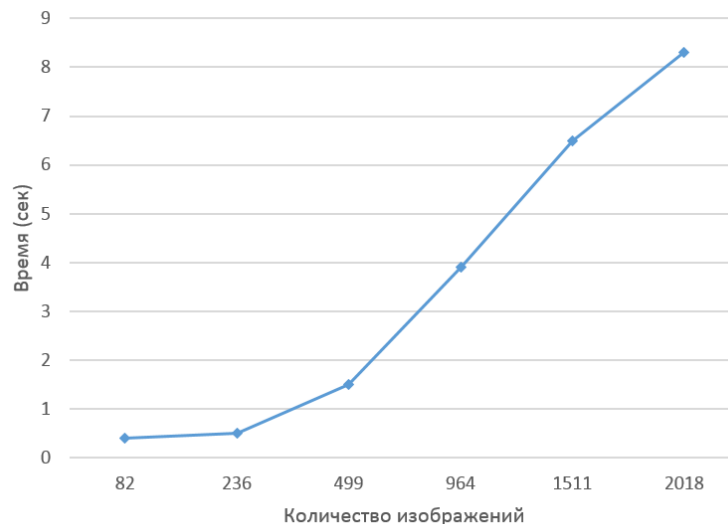
Зависимость времени частичного перестроения предварительной мозаики от количества исходных изображений



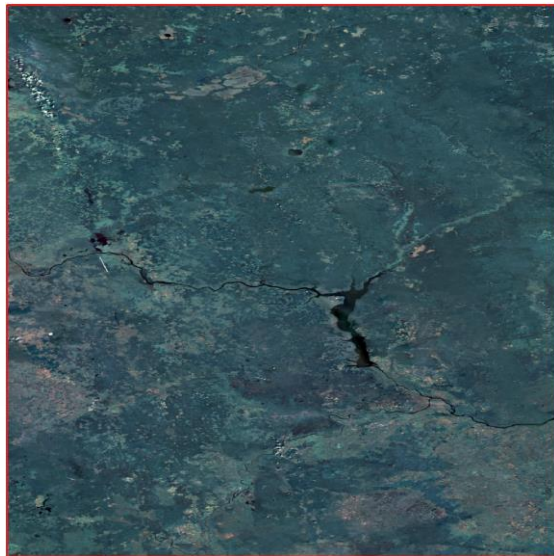
Зависимость задержки отрисовки при использовании зума от количества исходных изображений



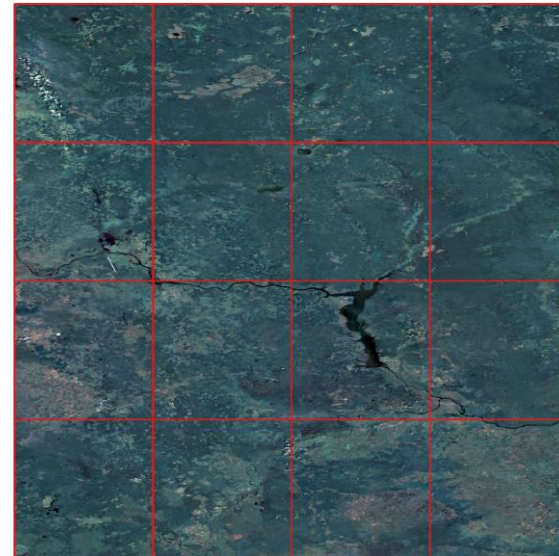
Зависимость задержки отрисовки без использования зума от количества исходных изображений



Одним из возможных решений описанной выше проблемы при создании БСП по данным КА «Канопус-В», может быть дробление исходных квадратов 5x5 градусов на более мелкие фрагменты содержащие до 500 исходных сцен.

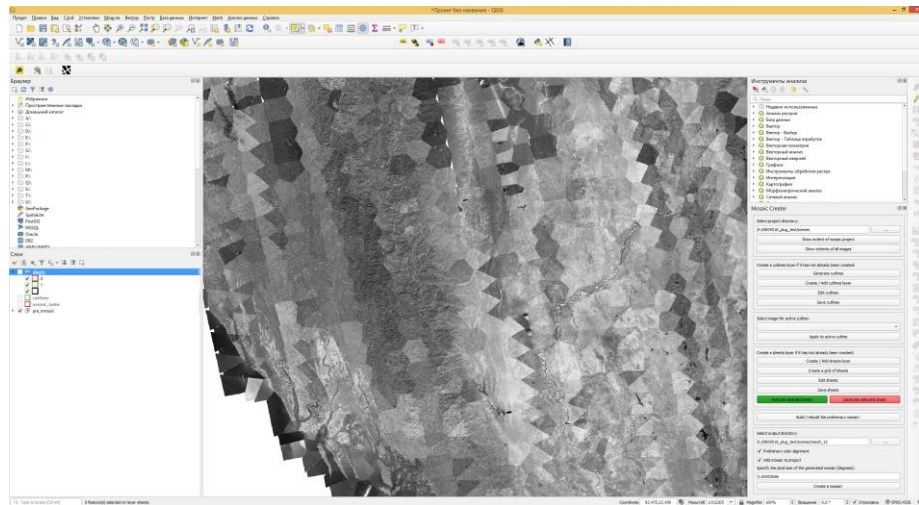


5x5 градусов

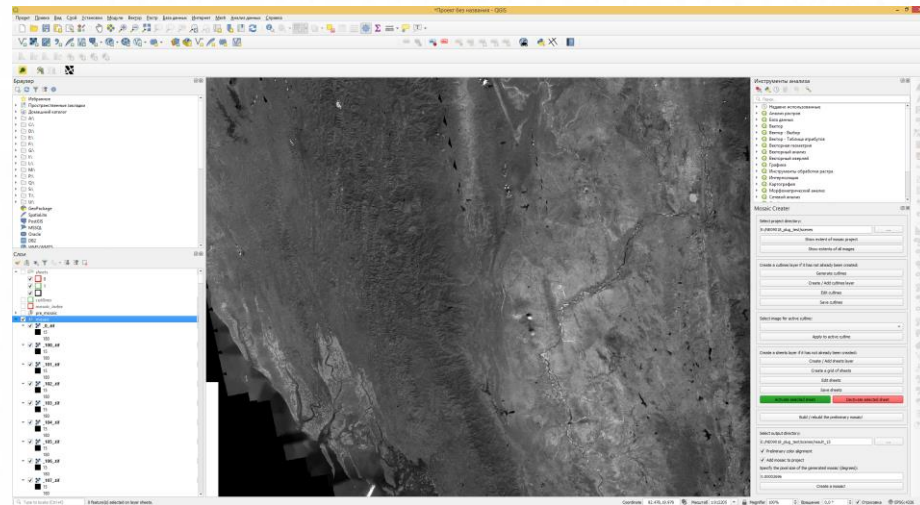


1,375x1,375 градусов

Интерактивная оценка предварительного результата построения БСП 5

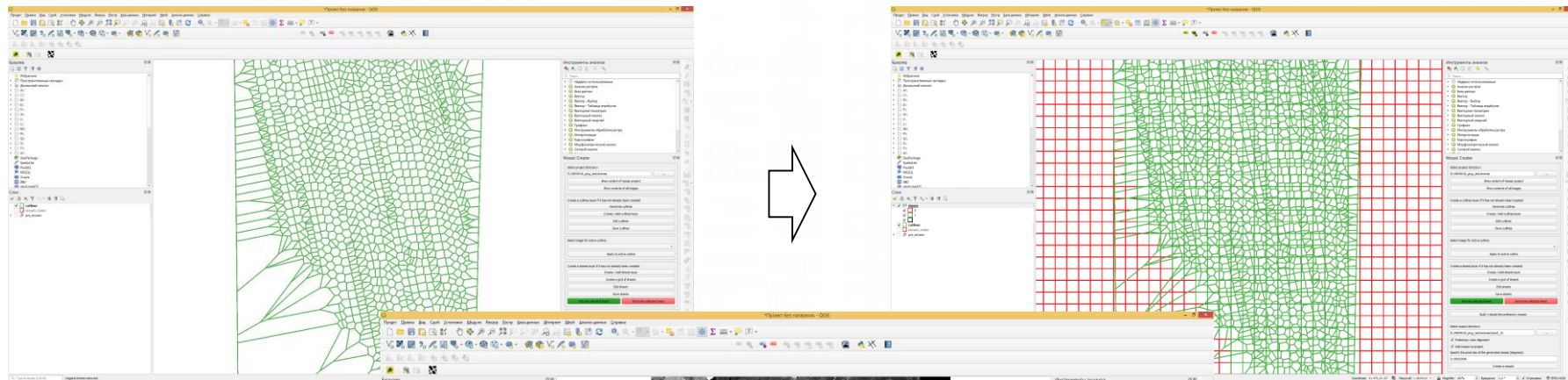


Предварительная мозаика без выравнивания яркости

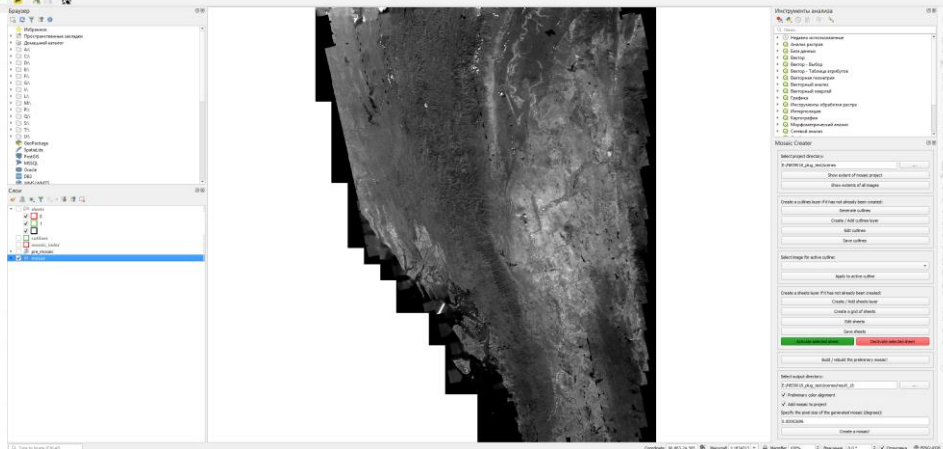
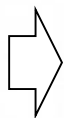


Предварительная мозаика после выравнивания яркости

Выравнивание яркости и нарезка БСП на листы



Определение области построения мозаики



Создание и активация листов для нарезки

4

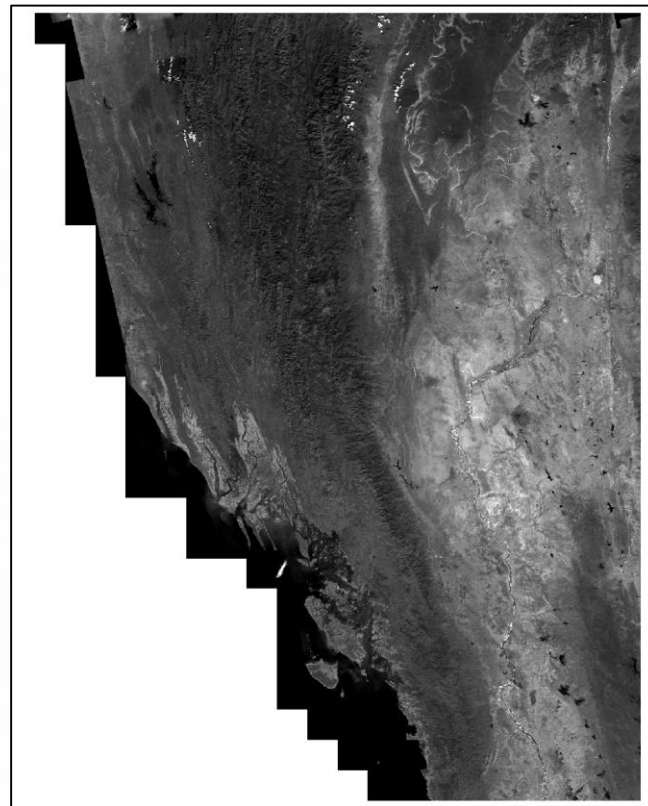
Результат финального яркостного выравнивания и нарезки на листы

6

Результаты обработки

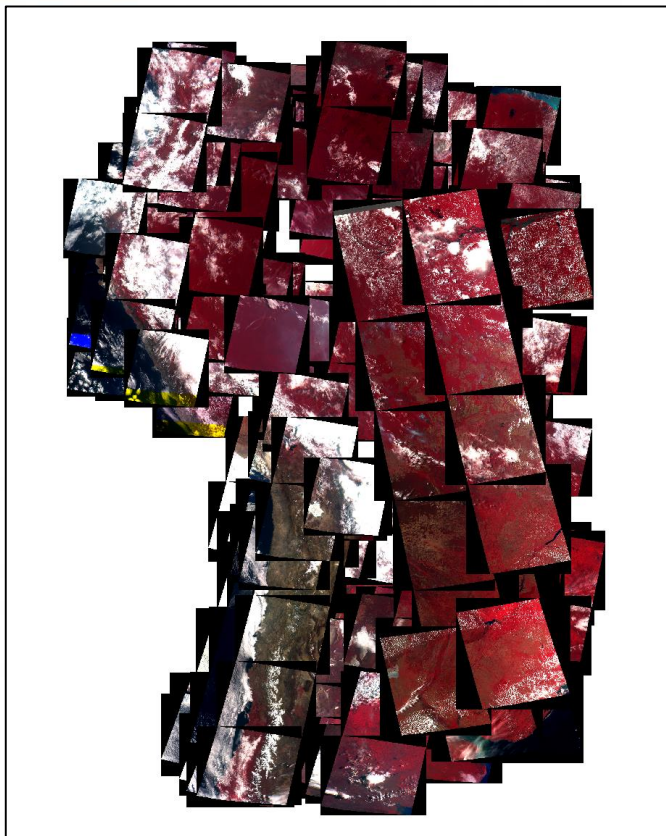


Число сцен: 1288
Объем данных: 593 Гб

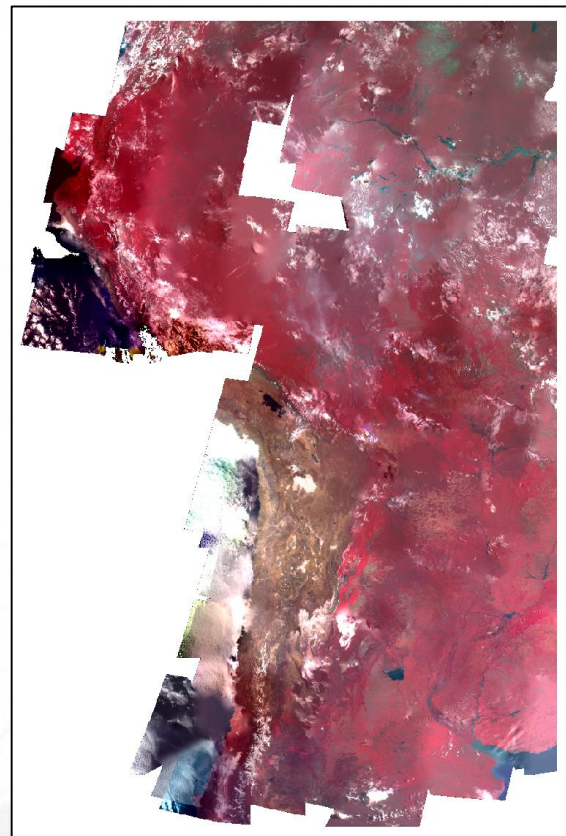


Время работы оператора/нарезки: 2 / 2,2 ч.
Объем данных: 48 Гб

Результаты обработки

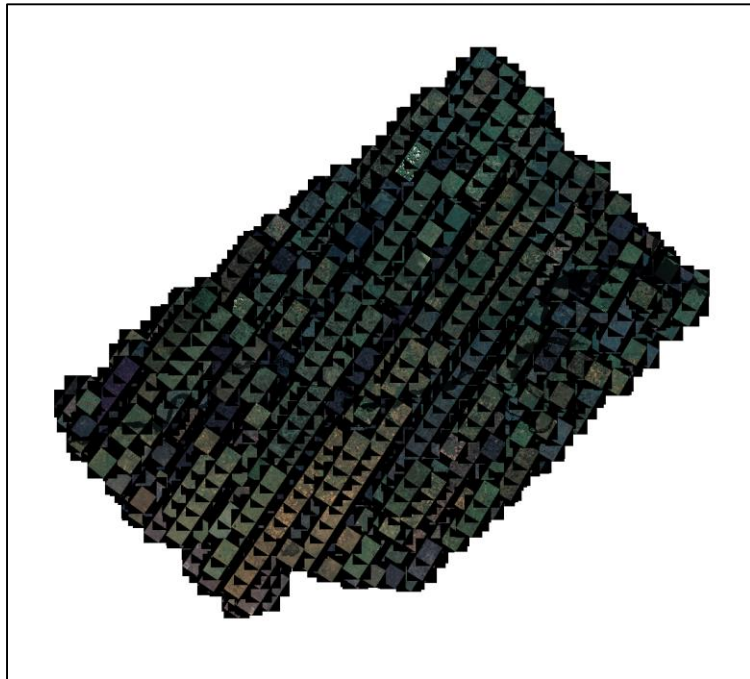


Число сцен: 255
Объем данных: 255 Гб

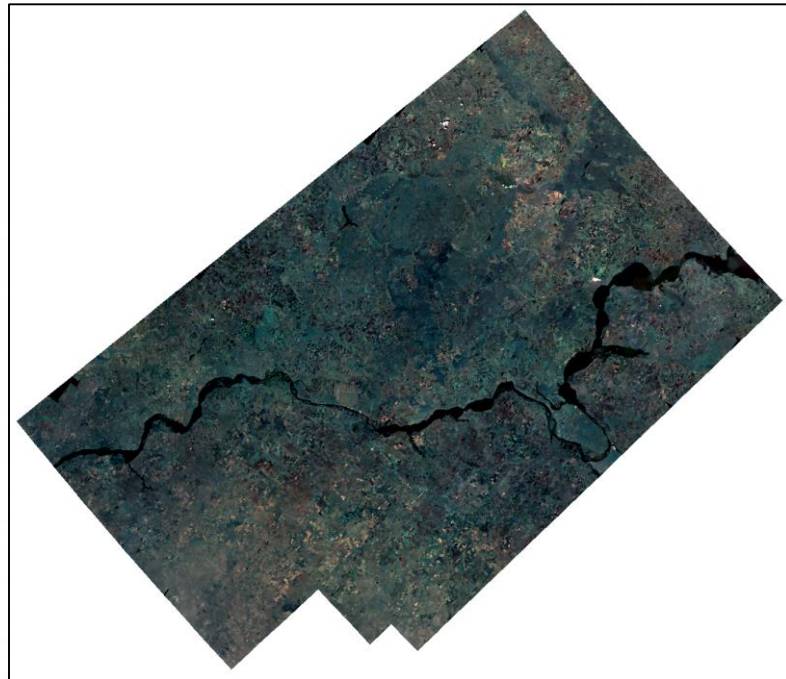


Время работы оператора/нарезки: 5/0,4 ч.
Объем данных: 43,9 Гб

Результаты обработки



Число сцен: 2018
Объем данных: 2 Тб



Время работы оператора/нарезки: 2/4,3 ч.
Объем данных: 166 Гб

Заключение

На базе открытых средств разработано программное обеспечение интерактивного контроля и создания бесшовных сплошных покрытий. С учетом ограничений предложенного решения была разработана и апробирована технология, позволяющая получать результаты сопоставимые с аналогами (PHOTOMOD GeoMosaic). В рамках тестирования плагина были созданы фрагменты покрытий федерального и глобального уровня.

Спасибо за внимание!

