

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

**К. Г. Пахотина**

**ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ  
НА ЦИФРОВОМ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ТАЛКА»**

Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим  
центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного пособия для магистров  
направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Комсомольск-на-Амуре 2015

УДК 528.7(07)  
ББК 26.13с5.я7  
П 217

*Рецензенты:*

В. В. Ермошин, канд. геогр. наук, зав. информационно-картографическим центром Тихоокеанского института географии ДВО РАН  
Кафедра «Землеустройство» ФГОУВПО  
«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»,  
зав. кафедрой канд. с.-х. наук, профессор А. А. Федчун

**Пахотина, К. Г.**

П 217 Фотограмметрическая обработка аэрокосмических снимков на цифровом программном комплексе «Талка» : учеб. пособие / К. Г. Пахотина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 107 с.  
ISBN 978-5-7765-0753-3

В учебном пособии рассмотрена последовательность работы с аэрокосмическими снимками на цифровой фотограмметрической станции «Талка». Результатом выполнения фотограмметрической обработки снимков является создание ортофотопланов местности, цифровых моделей ситуации, цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности. Все действия по работе с программным комплексом описаны последовательно и подробно, с указанием флажков и полей в диалоговых окнах, приведены изображения самих диалоговых окон и обработанных снимков.

Учебное пособие предназначено для магистров направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» при научных разработках, связанных с цифровой фототопографией, геоинформационными технологиями в области землеустройства и кадастров, мониторинга объектов недвижимости.

ББК 26.13с5.я7

ISBN 978-5-7765-0753-3

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОЙ ФОТОТОПОГРАФИИ.....	5
1.1. Программное обеспечение фотограмметрической обработки снимков местности.....	5
1.2. История создания и развития ЦФС «Талка».....	6
1.3. Технология создания ортофотопланов на ЦФС «Талка».....	8
1.4. Технология составления цифровых моделей рельефа местности на ЦФС «Талка».....	16
1.5. Автоматическое построение цифровых моделей рельефа местности на ЦФС «Талка».....	19
1.6. Технология картографирования линейных объектов с использованием материалов аэрофотосъемки.....	23
1.7. Предварительная обработка данных космической съемки.....	27
1.8. Технология обновления топографических карт с использованием программного обеспечения ЦФС «Талка».....	33
2. УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБРАБОТКЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ НА ЦФС «ТАЛКА».....	38
2.1. Создание проекта.....	38
2.2. Ввод параметров АФА в файлы.....	46
2.3. Ввод параметров АФА в проект.....	48
2.4. Режимы работы «вид» и «точки» на одном снимке.....	49
2.5. Режим работы «точки» на нескольких снимках.....	53
2.6. Пробеги по точкам.....	59
2.7. Автоматический пересчет точек.....	62
2.8. Расстановка координатных меток на снимках.....	66
2.9. Взаимное ориентирование снимков.....	68
2.10. Блочная фототриангуляция.....	71
2.11. Построение рельефа по стереопарам.....	76
2.12. Режим работы «области».....	86
2.13. Блок листов фотоплана.....	88
3. РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	93
3.1. Создание цифровой модели рельефа.....	93
3.2. Расчет горизонталей по цифровой модели рельефа.....	94
3.3. Расчет фотоплана.....	96
3.4. Визуализация рельефа.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	106

## ВВЕДЕНИЕ

Семантическая информация о поверхности и недрах Земли, расположенных на поверхности объектов, структуре и форме поверхности, происходящих на поверхности и в близповерхностном пространстве, явлениях может быть получена с любой степенью достоверности непосредственно в натуре. При дистанционном изучении местность, объекты и явления заменяются моделью – визуализированными изображениями (аэро- и космическими снимками) или дискретной информацией, получаемой в результате регистрации электромагнитного излучения по определенным трассам или в отдельных точках.

Замена натурального исследования изучением модели наряду с организационными и экономическими имеет ряд технических преимуществ. В частности, представляется возможность получения дополнительной информации в недоступных для визуального анализа зонах спектра электромагнитных излучений, естественной оптической генерализации свойств объектов и их границ, более полного выявления основных закономерностей в структуре территорий и объектов значительной протяженности и взаимосвязей между ними, оперативного и систематического изучения быстротекущих процессов на значительных пространствах, автоматизации дистанционных измерений и цифровой обработке получаемых результатов в режиме реального времени и с высокой точностью. Важной особенностью дистанционного зондирования является полная объективность и достоверность результатов регистрации данных.

Сегодня данные дистанционного зондирования наряду с традиционной картографической информацией составляют основу ГИС-технологий. При этом происходит постоянное увеличение удельного веса данных дистанционного зондирования по сравнению с цифрованием имеющихся бумажных карт и планов из-за все больших требований к актуальности и оперативности информации и за счет увеличения возможностей самого дистанционного зондирования.

Сегодня это обуславливает тенденцию к интеграции классических ГИС к работе с данными дистанционного зондирования, прежде всего, с аэро- и космическими снимками территорий, прослеживающуюся и в развитии программного обеспечения.

Кроме того, реализация российской программы развития спутниковой навигационной системы GLONASS в составе 24 спутников (из которых за период до 2008 г. запущены на орбиту и функционируют в штатном режиме 16 спутников), являющейся аналогом американской системы NAVSTAR, позволит существенно расширить возможности применения данных дистанционного зондирования негосударственными структурами и снять существующие ограничения на рынке аэрокосмической информации.

Обработку данных дистанционного зондирования проводят фотограмметрическими методами, а подготовкой планово-картографического материала по материалам дистанционного зондирования для различных целей занимается фототопография.

Современный, полноценно подготовленный специалист, работающий в сфере картографии, кадастра недвижимости, планировки территорий, землеустройства и др., должен быть хорошо осведомлен в фототопографии, владеть навыками и умением пользоваться фотограмметрическими методами при обработке аэро- и космических снимков на новейших цифровых фотограмметрических комплексах.

В объеме учебного пособия подробно рассмотрена технология поэтапной фотограмметрической обработки аэро- и космических снимков, создания фотопланов и электронных карт местности и рельефа.

Автор ставил перед собой задачу создания руководства для учебной и начальной профессиональной подготовки специалистов к работе с цифровой фотограмметрической станцией «ТАЛКА» в рамках фотограмметрического обоснования геодезических, картографических, землеустроительных и земельно-кадастровых работ.

## **1. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОЙ ФОТОТОПОГРАФИИ**

### **1.1. Программное обеспечение фотограмметрической обработки снимков местности**

На сегодняшний момент российские пользователи ГИС работают с данными дистанционного зондирования, получаемые со спутников SPOT, Ikonos, QuickBird или в результате аэрофотосъемки, проводимой в цифровом или аналоговом режимах. Все большее применение получает геоинформационная система GOOGLE. Основными программными комплексами для обработки аэрокосмической продукции в России являются современные цифровая фотограмметрическая станция «ТАЛКА» (фирма «Талка-ТДВ»), цифровые фотограмметрические системы PHOTOMOD (компания «Ракурс») и цифровая фотограмметрическая станция ЦНИИГАиК.

ЦФС «ТАЛКА» позволяет выполнить весь комплекс работ по созданию электронных карт и планов в одной программе, а именно:

- спланировать аэрофотосъемку;
- работать с цифровыми аэро- и космическими снимками;
- проводить корректировку снимков, исключая искажения, вызванные дисторсией, ошибками сканирования, наклоном снимков, кривизной поверхности местности;

- автоматически создать накидной монтаж маршрутной и много-маршрутной съемки;
- экспортировать и импортировать данные о элементах внешнего ориентирования;
- построить фототриангуляционную сеть;
- работать с проектом в условной системе координат;
- переходить из одной системы координат в другую, при этом стереокарта также автоматически пересчитывается в другую систему координат;
- создать проект планово-высотной подготовки;
- автоматически создавать цифровую модель рельефа;
- автоматически создавать горизонтали, бергштрихи, отметки высот, подписи горизонталей и отметок высот;
- создать электронную карту (цифровую модель ситуации);
- создать ортофотоплан (цифровую модель местности);
- создать трехмерную визуализацию модели рельефа и модель с наложенным ортофотопланом;
- автоматически создавать зарамочное оформление для карт и ортофотопланов;
- вносить текущие изменения в созданные модели и карты;
- печатать готовую продукцию на принтере или плоттере.

Программный комплекс «ТАЛКА» дает возможность обрабатывать материалы аэросъемки, космической съемки, наземной фототеодолитной съемки, съемки с цифровых камер. ЦФС «Талка» может быть использована как ГИС, так как к объектам карты может быть приписана семантика. В одном проекте могут быть одновременно открыты несколько карт с различными масштабами и классификаторами. Карты могут находиться на удаленном сервере, и если они открываются «только на чтение», то одновременно могут использоваться большим количеством пользователей. Как только карта переводится в режим редактирования, доступ к этой карте для других пользователей закрывается, что позволяет избежать ситуации, когда два пользователя одновременно редактируют одну и ту же карту.

Программный комплекс «Талка» совместим с ArcInfo, MapInfo, MicroStation, AutoCad и др.

## **1.2. История создания и развития ЦФС «Талка»**

Научно-производственная фирма «Талка-ТДВ» была создана в 2000 г. Дмитрием Викторовичем Тюкавкиным на базе коллектива лаборатории Института проблем управления РАН. В фирме «Талка-ТДВ» было два отдела: фотограмметрический и научный, число сотрудников не превышало 20 человек. Фирмой «Талка-ТДВ» совместно с лабораторией была разработана цифровая фотограмметрическая станция (ЦФС) «Талка» для обработки материалов аэрокосмической съемки.

В 2002 г. фирма «Талка-ТДВ» занималась только камеральными работами. В основном это были работы по созданию ортофотопланов. Был выполнен первый проект по созданию рельефа местности в виде горизонталей. Для этого проекта ЦФС «Талка» была значительно доработана, что позволило существенно автоматизировать процесс получения горизонталей. Горизонталы, полученные на ЦФС «Талка», уже не напоминали машинный рельеф в виде ломаных линий. По качеству они не уступали рельефу, выполненному операторами вручную.

В начале 2003 г. фирмой «Талка-ТДВ» были выполнены первые работы по территориальному землеустройству, был создан землеустроительный отдел, а в программе «Талка» появились новые функции, позволяющие формировать необходимые данные для землеустроительных дел. Весной 2003 г. фирмой «Талка-ТДВ» впервые была проведена аэросъемка. Планирование аэросъемки выполнялось на ЦФС «Талка». Позже для планирования были разработаны дополнительные функции. Весной 2003 г. фирма «Талка-ТДВ» впервые самостоятельно выполнила геодезические работы по привязке точек планово-высотной подготовки. В фирме был создан геодезический отдел. Летом 2003 г. были заключены договора, включающие в себя большие объемы работ по аэрофотосъемке, геодезической привязке точек планово-высотной подготовки, территориальному землеустройству. Осенью 2003 г. вышла версия 3.2 ЦФС «Талка».

Весной 2004 г. фирма «Талка-ТДВ» была реструктуризирована, появились департаменты аэросъемки, фотограмметрии, картографии, геодезии и землеустройства, научный отдел, отдел специальной корреспонденции и документации. В 2004 г. объем работ по аэрофотосъемке, фотограмметрии, геодезии и землеустройству был во много раз большим, чем за прошлый год. В то же время постоянно велись работы над следующей версией ЦФС «Талка», в программу были добавлены модули обработки сканерных космических снимков со спутников Ikonos, QuickBird, Spot. Помимо обработки одиночных космических снимков в программе появилась возможность обрабатывать космические стереопары. Снимки, полученные со спутников, привязываются к местности с точностью до 15 м без полевых работ. В версии 3.3 система координат готовой продукции может отличаться от системы координат исходных данных. Так, например, координаты точек планово-высотной подготовки могут быть заданы в СК-42, а созданные цифровые карты или ортофотопланы могут быть получены в СК-63, причем если объект протяженный и располагается в двух зонах, то готовая продукция может быть также создана в двух зонах. В ЦФС «Талка» значительно доработаны функции экспорта и импорта цифровой карты и классификатора (базы данных условных знаков). Цифровую карту, созданную в ЦФС «Талка», можно экспортировать в программы Панорама, Нева, ArcGis, MapInfo, MicroStation, AutoCAD, вместе с объектами могут

быть экспортированы и их характеристики. Выпуск новой версии 3.3 приурочен к открытию второго международного промышленного форума «GEOFORM+». С нового года были снижены цены на покупку и обновление ЦФС «Талка», и на сегодняшний день ЦФС «Талка» является самой доступной цифровой фотограмметрической станцией. Высокое качество программного продукта достигается за счет того, что на всех этапах производства фирма «Талка-ТДВ» использует свою фотограмметрическую станцию, постоянно тестируя ее в производственных условиях и добавляя в нее необходимые функции.

В настоящее время спектр работ, выполняемых фирмой, значительно вырос, фирма «Талка-ТДВ» выполняет весь комплекс работ для нефтяных и газовых компаний, предприятий железнодорожного и автомобильного транспорта, энергетики и операторов мобильной связи. На основе оперативной обработки материалов аэрокосмической съемки создаются различные виды тематических карт. В частности, для нефтяных и газовых компаний созданы экологические карты, характеризующие последствия антропогенной деятельности на лицензионных участках и прилегающих территориях. На ЦФС «Талка» выполняются все виды геодезических работ и топографические съемки всего масштабного ряда с использованием аэрофотосъемки и спутниковых приемников GPS, а также полный спектр работ при проведении территориального землеустройства.

### **1.3. Технология создания ортофотопланов на ЦФС «Талка»**

Научно-производственная фирма «Талка-ТДВ» разработала технологию создания ортофотопланов на ЦФС «Талка». Эта технология позволяет выполнять большое количество этапов не последовательно, а параллельно, что позволяет создавать продукцию в короткие сроки и более гибко использовать имеющиеся производственные мощности. Данная технология сертифицирована в «Госгисцентре» сертификат №РОСС RU.KP02.C00078 от 18.11.2004.

Создание ортофотопланов состоит из следующих этапов:

- создание проекта и ввод исходных данных;
- внутреннее ориентирование снимков;
- измерение связующих точек;
- измерения точек планово-высотной подготовки;
- расчет и создание фотограмметрической модели;
- создание или импорт классификатора;
- нанесение областей на снимки;
- стереорисовка;
- расчет и создание ортофотопланов.

Порядок выполнения этапов представлен на технологической схеме (рис. 1.1).

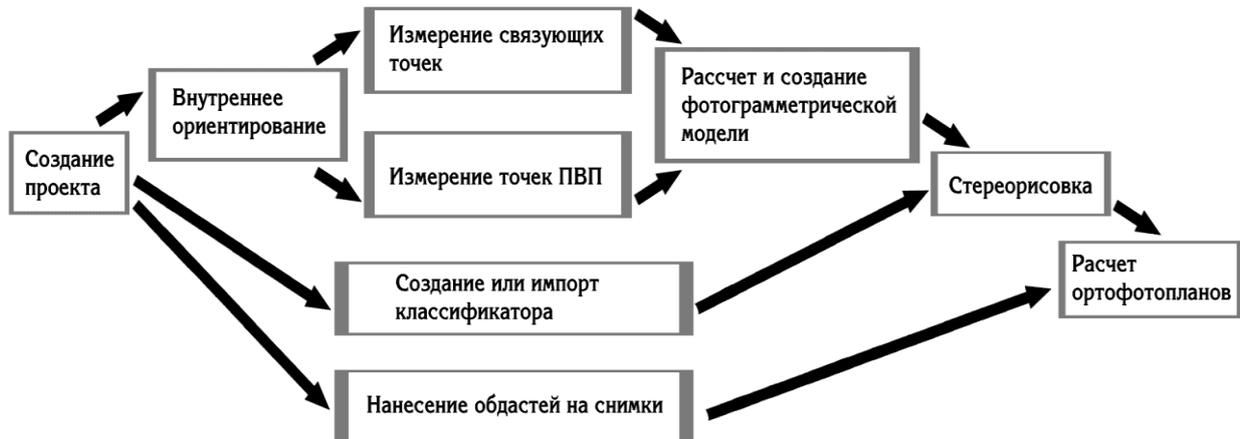


Рис. 1.1. Технологическая схема создания ортофотопланов

Самыми трудоемкими этапами, занимающими большое количество времени, являются измерение связующих точек и стереорисовка.

Измерение связующих точек может выполняться несколькими операторами, и после измерения обработанные части проекта объединяются в один общий проект. На рис. 1.2 и 1.3 представлены два способа разделения проекта на блоки. На рис. 1.2 представлен способ, при котором между блоками остается промежуток в один снимок. Снимки между блоками используются для объединения блоков в один общий проект. На рис. 1.3 показан способ разделения проектов, когда блоки примыкают друг к другу.

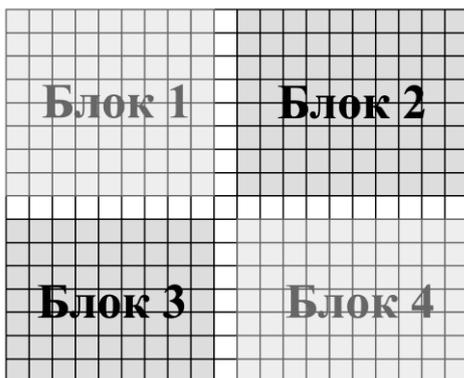


Рис. 1.2. Способ разделение проекта, при котором между блоками остается промежуток в один снимок

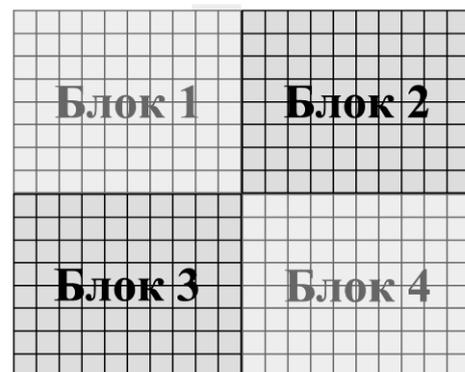


Рис. 1.3. Способ разделения проекта, при котором блоки примыкают друг к другу

Если используется способ, при котором между блоками остается промежуток в один снимок, схема измерения связующих точек в одном маршруте представлена на рис. 1.4.

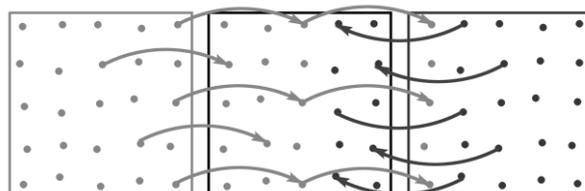


Рис. 1.4. Схема измерения связующих точек в маршруте, когда между блоками остается один снимок

Связующие точки с крайнего снимка первого блока (на рис. 1.4 он обозначен рамкой зеленого цвета) перебрасываются на снимок, который был оставлен для связи между блоками (рамка черного цвета). Затем эти же точки перебрасываются на крайний снимок второго блока (рамка красного цвета). Далее связующие точки с крайнего снимка второго блока перебрасываются на снимок между блоками.

При такой схеме измерений блоки жестко связываются друг с другом тройными точками.

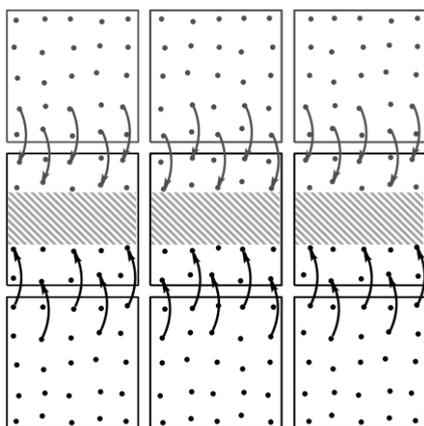


Схема измерения связующих точек между снимками на разных маршрутах в случае, когда между блоками остается промежуток в один снимок, представлена на рис. 1.5.

Рис. 1.5. Схема измерения межмаршрутных связующих точек, когда между блоками остается один снимок

Связующие точки со снимков первого и третьего блока (на рис. 1.5 они обозначены рамками зеленого и красного цвета соответственно) перебрасываются на снимки между блоками (рамки черного цвета). Затем измеряются недостающие связующие точки на снимках между блоками, на рис. 1.5 показаны зоны, где требуются дополнительные измерения. Зоны обозначены голубой штриховкой.

Зоны обозначены голубой штриховкой.

Если при разделении проекта был выбран способ, когда блоки прилегают друг к другу, схема измерения связующих точек в одном маршруте представлена на рис. 1.6.

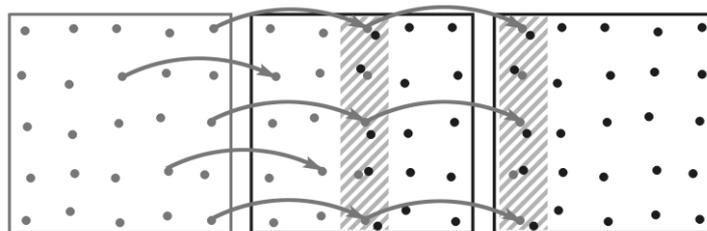


Рис. 1.6. Схема измерения связующих точек в маршруте, когда блоки примыкают

Связующие точки с крайнего снимка первого блока (рамка зеленого цвета) перебрасываются на два крайних снимка второго блока (рамки красного цвета). Такой способ объединения блоков занимает меньше времени, однако на снимках возникают зоны с избыточными измерениями, на рис. 1.6 они обозначены голубой штриховкой. Рекомендуется из зон с избыточными измерениями удалить лишние точки со второго блока (точки красного цвета), но не в коем случае не следует удалять из этих зон точки с первого блока (точки зеленого цвета), т.к. в этом случае между блоками не будет жесткой связи, т.к. блоки не будут связаны тройными связующими точками.

Схема измерения связующих точек между маршрутами в случае, когда блоки примыкают друг к другу, представлена на рис. 1.7.

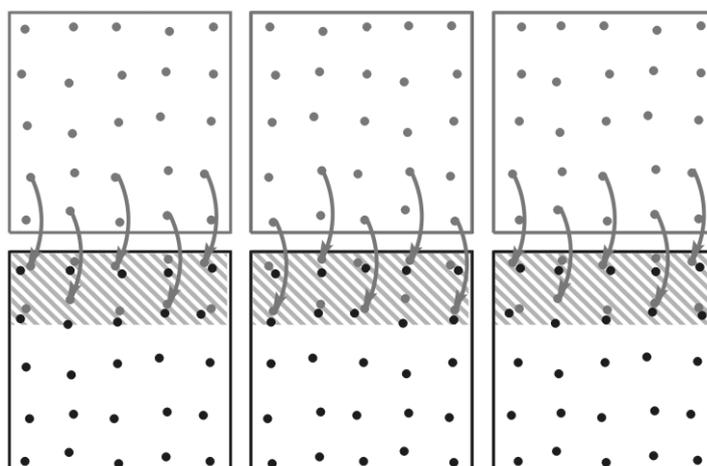


Рис. 1.7. Схема измерения межмаршрутных связующих точек, когда блоки примыкают

Связующие точки со снимков первого блока (рамки зеленого цвета), перебрасываются на снимки третьего блока (рамки красного цвета). При таком способе объединения блоков на снимках третьего блока возникают зоны с избыточными измерениями, на рис. 1.7 они обозначены голубой штриховкой. В этих зонах «лишние» связующие точки третьего блока (точки красного цвета) удалять не следует, потому что, как правило, при

проведении аэросъемки не удастся получить аэроснимки с таким расположением, чтобы снимки одного маршрута находились строго под снимками следующего маршрута. Исключение составляет аэросъемка, проводимая аэрофотоаппаратом РС-30 или аналогичным. В этом случае «лишние» точки третьего блока могут быть удалены.

В ЦФС «Талка», как правило, используется комбинированный способ разделения проекта на блоки. Между блоками, расположенными на одних маршрутах, оставляется промежуток в один снимок, и такие блоки объединяются по схеме, представленной на рис. 1.4. Блоки, расположенные на разных маршрутах, примыкают друг к другу, и для объединения таких блоков используется схема, показанная на рис. 1.7.

При планировании следует стараться делить проект на блоки, находящиеся на разных маршрутах, т.к. объединение таких блоков занимает меньше времени. Если проект сложной формы, нужно стремиться, чтобы стороны, по которым блоки будут объединяться, были как можно короче, а количество снимков в блоках было равным. Не следует делить проект на большое количество маленьких блоков, т.к. на объединение такого проекта будет затрачено больше времени, чем на измерение связующих точек внутри блоков.

Стереорисовка самый трудоемкий этап, который занимает больше всего времени в технологии создания ортофотопланов, поэтому для уменьшения общего времени на создание ортофотопланов нужно как можно раньше приступать к стереорисовке. ЦФС «Талка» позволяет проводить стереорисовку по свободной фотограмметрической модели. Свободная фотограмметрическая модель строится в ЦФС «Талка» по связующим точкам без точек планово-высотной подготовки. Это позволяет начинать стереорисовку сразу после того, как построен хотя бы один блок. Когда блоки будут объединены в один общий проект, в этот же проект могут быть подгружены все стереокарты, которые были отрисованы в блоках.

Если проект небольшой, или времени на создание ортофотопланов отводится достаточно много, стереорисовку можно начинать, когда готов весь проект. Перед началом работы руководитель проекта размечает в общем проекте зоны, в которых будут работать операторы. Разметку рекомендуется производить в ЦФС «Талка» на «подложке», специально отведенным для разметки кодом, который не будет использоваться при ортотрансформировании снимков. Так как в ЦФС «Талка» стереокарта создается не на отдельные стереопары, а является частью всего проекта, не следует распределять стереорисовку по отдельным стереопарам, т.к. граница между стереопарами определяется не точно, из-за чего между стереопарами могут получиться неотработанные места, либо одно и то же место будет отрисовано дважды.

Если в проекте есть точки планово-высотной подготовки и создана стереокарта на часть проекта, можно приступать к созданию ортофотопланов на зону, покрытую стереокартой. Создавать ортофотопланы по мере создания стереокарты актуально, если в дальнейшем их предполагается цифровать или распечатывать на плоттере, т.к. приступать к цифрованию или печати можно, когда будет создан не весь объем, а только часть продукции.

Представленная технология была опробована при создании ортофотопланов на Ханты-Мансийский АО, Республику Татарстан, Республику Саха (Якутия) и др.

Некоторыми особенностями отличается процесс создания ортофотопланов по материалам космической съемки. В настоящее время материалы космической съемки достаточно часто используются для создания ортофотопланов, а также электронных карт и планов. Это связано с тем, что космическая съемка становится все более доступной. Заказать и получить готовые цифровые космические снимки гораздо быстрее и проще, чем использовать метод аэрофотосъемки. При обработке материалов космической съемки с разрешением на местности более 2 м не нужно соблюдать режимные требования, что существенно ускоряет процесс подготовки необходимой информации и ее дальнейшего использования.

Ожидаемое упрощение работы с цифровыми космическими снимками, полученными с зарубежных и отечественных спутников, позволит любому геодезическому или землеустроительному предприятию использовать их для создания или обновления карт и планов. Стоимость цифровых космических снимков постоянно снижается и в ближайшее время может значительно приблизиться к стоимости цифровых аэроснимков. В связи с этим методам обработки материалов космической съемки в настоящее время уделяется достаточно большое внимание.

Фирмой «Талка» разработана технология создания ортофотопланов по материалам цифровой космической съемки, которая позволяет получать ортофотопланы определенных масштабов быстрее и проще, чем по материалам аэрофотосъемки.

Технология создания ортофотопланов по материалам космической съемки включает следующие этапы:

- предварительную обработку цифровых космических снимков;
- создание проекта;
- создание проекта планово-высотной подготовки (ПВП);
- создание цифровой модели рельефа (ЦМР);
- внешнее ориентирование снимков;
- создание ортофотопланов.

Предварительная обработка цифровых космических снимков для создания ортофотопланов заключается в следующих операциях:

- синтезирование цветных изображений, если снимки поставляются отдельными каналами – красный (R), синий (G), зеленый (B), ближний инфракрасный (nir);
- синтезирование цветных снимков высокого разрешения с использованием панхроматических снимков (рис. 1.8);
- исправление яркости снимков с «проявлением» изображений в тенях (рис. 1.9).

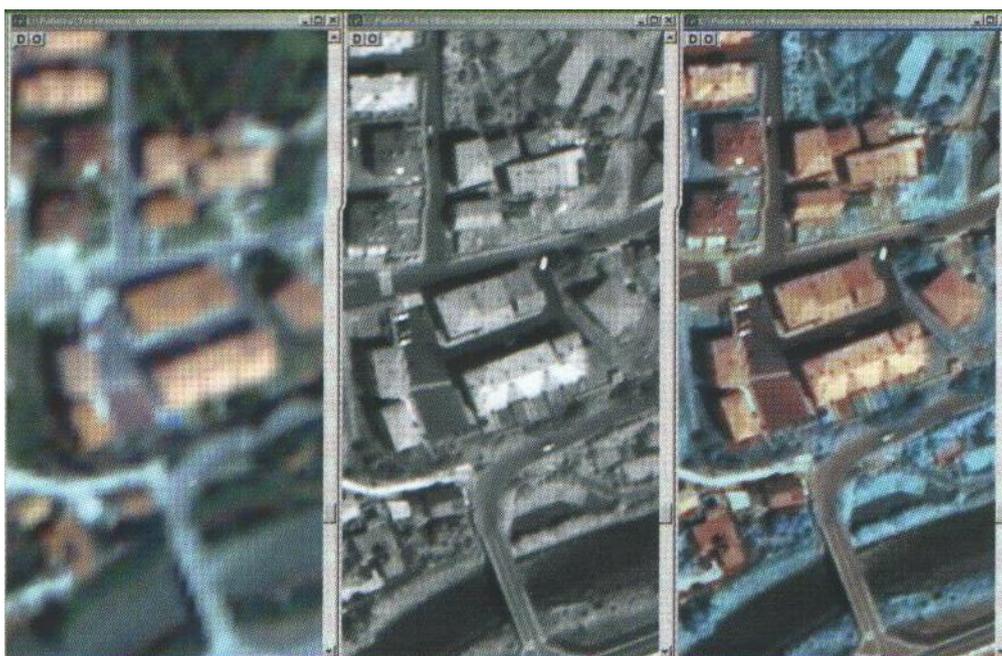


Рис. 1.8. Синтезирование цветных снимков высокого разрешения с использованием панхроматических снимков

После обработки изображений в проекте для каждого снимка загружаются RPS-коэффициенты. Если выполнялась стереосъемка, то в программе необходимо указать, какие снимки являются стереопарой. Полученный проект имеет внешнее ориентирование с точностью 10-15 м. Если такая точность удовлетворяет требованиям точности создания готовой продукции, ПВП не производят. Если же нужно получить ортофотопланы с более высокой точностью, то ПВП необходимо провести.



Рис. 1.9. Исправление яркости снимков с «проявлением» изображений в тенях

Проект ПВП составляется в ЦФС «Талка», для чего оператору необходимо наметить на снимке места, в которых должны быть определены координаты опорных точек (восемь точек на один космический снимок). После этого программа автоматически сформирует проект ПВП, включающий увеличенные отпечатки с намеченными опорными точками, снимки и фотосхему со всеми точками.

Учитывая, что космические снимки имеют внешнее ориентирование по системе GPS- навигации, при привязке опорных точек вместе с абрисом выдаются приблизительные координаты опорных точек. Далее на местности при наличии навигационного оборудования можно определить положение опорных точек с точностью до 10 м, что актуально в труднодоступных местах местности.

После создания проекта ПВП выполняются полевые геодезические работы и работы по построению цифровой модели рельефа. ЦМР по материалам космической съемки может быть выполнена только в том случае, когда была заказана стереосъемка. При моносъемке рельеф можно получить с имеющихся картографических материалов либо импортировать готовый из программ MapInfo, AutoCAD, «Нева», «Карта 2005» или загрузить ЦМР в формате DTED.

Полученные в результате полевых работ координаты опорных точек вводятся в проект, после чего производится его автоматическое уравнивание. Затем выполняется «нарезка» будущих листов ортофотопланов, которая может быть номенклатурной или произвольной. В произвольной нарезке листы ортофотоплана могут быть квадратными или прямоугольными с заданными размерами сторон. Программа также допускает создание листов произвольных размеров, не параллельных осям координатной

сетки. Проект внешнего ориентирования и ЦМР в ЦФС «Талка» позволяет создать ортофотопланы.

Если к снимкам не прилагаются RPS-коэффициенты либо вообще не известно, каким спутником была выполнена съемка в программе «Талка», предусмотрена функция, позволяющая восстановить модель камеры, с помощью которой были получены снимки. Для восстановления модели камеры необходимо иметь не менее четырех-семи опорных точек на один снимок, которые должны быть равномерно распределены на снимках и иметь разные высотные отметки. Чем больше будет опорных точек, тем точнее можно будет восстановить модель камеры. Исследования, проведенные ИПУ РАН и ФГУП Госцентром «Природа», показали, что, имея восстановленную модель камеры и ЦМР, можно получить ортофотопланы с заданной точностью. Исследования проводились на космических снимках со спутников IRS, ASTER, Landsat Ikonos, QuickBird и др. Результаты исследований показали, что восстановленная модель камеры для космических снимков со спутников Ikonos и QuickBird практически идентична данным, предоставляемым поставщиками космических ДДЗ.

#### **1.4. Технология составления цифровых моделей рельефа местности на ЦФС «Талка»**

Стереотопографический метод составления карт и планов исторически был и является наиболее экономически выгодным методом и широко используемым при создании карт и планов. Этот метод был достаточно хорошо реализован в производстве с использованием аналоговых приборов на предприятиях Роскартографии. Сейчас эти аналоговые приборы, хотя и остаются средствами создания карт и планов, в последние годы цифровые методы создания карт и планов становятся основными.

ЦФС «Талка» – одна из немногих российских цифровых станций, широко используется при создании карт и планов. Технология составления рельефа с использованием ЦФС «Талка-3.3» состоит из следующих этапов:

- 1 Импорт классификатора.
- 2 Стереоскопическая съемка рельефа.
- 3 Стереоскопическая съемка гидрографии.
- 4 Создание горизонталей.
- 5 Редактирование горизонталей.
- 6 Цифрование элементов рельефа, не выражающихся горизонталями.
- 7 Расстановка пикетов на характерных местах.
- 8 Расстановка бергштрихов на горизонталях.
- 9 Экспорт готовой карты.

При необходимости сдавать готовую продукцию в формате «Карта-2000» или «Невы», перед созданием рельефа необходимо импортировать классификатор «Карта-2000» или «Невы» в формат ЦФС «Талка». Если же

рельеф будет сдаваться в других программных продуктах, можно воспользоваться стандартным классификатором, с которым поставляется ЦФС «Галка».

Стереоскопическая съемка рельефа – это самый ответственный этап. Стереоскопическую съемку можно проводить по «свободной» фотограмметрической модели, когда в проекте еще нет точек полевой ПВП, т.е. фотограмметрическая модель внешне не ориентирована. Стереоскопическую съемку выполняют при помощи пикетов и структурных линий. Структурными линиями следует обрабатывать тальвеги, водоразделы, края обрывов, оврагов и карьеров. Остальная площадь обрабатывается пикетами. Для облегчения работы можно включить функцию «автоподстройка Z». При включенной функции марка будет постоянно удерживаться на поверхности стереомодели. Задача оператора сводится лишь к тому, чтобы набирать пикеты только на поверхности земли и не наводить марку на крыши домов, кустарники, деревья и на другие объекты, находящиеся над поверхностью земли. В местах, где отсутствуют строения и высокая растительность, можно воспользоваться функцией автоматической расстановки пикетов. Оператор задает область, в которой надо расставить пикеты, и расстояние между пикетами. Программа автоматически расставляет пикеты, причем на тех участках, где коэффициент корреляции низкий, программа пикеты не ставит, тем самым, избегая ошибок, которые часто возникают при автоматической расстановке рельефа. Определить, насколько качественно обработан рельеф можно визуально, включив в показ узлы сетки цифровой модели рельефа, треугольники (TIN) или горизонталы, установив шаг горизонталей в несколько раз меньший, чем требуется получить на выходе. Мы рекомендуем устанавливать шаг в четыре раза меньший.

После того, как фотограмметрическая модель станет внешне ориентированной, можно приступать к стереоскопической съемке гидрографии. Озера следует рисовать при включенной функции «постоянная высота», для этого следует установить марку на поверхность озера, зафиксировать высоту и после этого оцифровать границу озера. Реки следует начинать цифровать от истока. Надо установить марку на поверхность воды, зафиксировать высоту, включив функцию «постоянная высота», и цифровать реки, двигаясь вниз по течению. Когда марка окажется выше уровня воды, следует ее опустить и вновь зафиксировать высоту.

Для создания горизонталей в ЦФС «Галка» есть функции, позволяющие рассчитать горизонталы непосредственно по стереокарте либо по ЦМР. Программа создает основные и утолщенные горизонталы. Совместно с горизонталями программа может создать и полугоризонталы в тех местах, где заложение между горизонталями больше заданной величины. Горизонталы, созданные по ЦМР, получаются более плавными, т.к. перед созданием рельефа ЦМР может быть сглажена. Матрицу рельефа можно

сглаживать, если местность не имеет большого количества оврагов, ямок и горок. Чем более простую (более гладкую) форму имеет рельеф, тем больший радиус сглаживания необходимо устанавливать. Если расстановка пикетов выполнялась полностью в автоматическом режиме, сглаживание матрицы рельефа позволит избавиться от случайных ошибок. Созданные горизонталы дополнительно сглаживаются и прореживаются. Дополнительное сглаживание позволяет сделать горизонталы еще более плавными, такие горизонталы не похожи на машинный рельеф. При прореживании у горизонталей удаляются лишние узлы, благодаря чему объем стереокарты значительно уменьшается.

Созданные горизонталы необходимо просмотреть и при необходимости отредактировать. Если стереоскопическая съемка рельефа была сделана качественно, то созданные горизонталы практически не нуждаются в редактировании. Как правило, ошибки могут возникать в оврагах, если были неправильно подобраны параметры сглаживания ЦМР либо шаг матрицы был слишком большим, в этом случае горизонталы оказываются недотянутыми до тальвега. После того, как горизонталы отредактированы, необходимо запустить функцию, которая автоматически создаст подписи к горизонталям. Программе необходимо указать количество подписей горизонталей на один квадратный дециметр, и программа расставит подписи, стараясь их располагать параллельно южной или восточной рамки трапеции. Оператор должен просмотреть созданные подписи и, при необходимости, отредактировать их местоположение. После того, как подписи расставлены, горизонталы под подписями могут быть удалены.

После создания горизонталей приступают к цифрованию элементов рельефа, не выражающихся горизонталями, это обрывы, промоины, каналы. На обрывах горизонталы могут быть удалены, однако это не является обязательным условием, т.к. некоторые программы при печати карты автоматически вырезают горизонталы с обрывов и других условных знаков (подписи горизонталей, дороги, улицы, строения и т.д.).

Если рельеф местности сложный, отметки высот следует расставить вручную. В том случае, когда на местности не имеется большого количества характерных мест, в качестве отметок высот можно использовать пикеты, которыми была произведена стереоскопическая съемка рельефа. Для этого вначале нужно запустить функцию, которая удалит пикеты, не согласующиеся с горизонталями и находящиеся слишком близко к горизонталям и рамке карты. После того как останутся только качественные пикеты, необходимо запустить функцию, прореживающую пикеты, которая оставит заданное количество пикетов на квадратный дециметр создаваемой карты. Затем необходимо запустить функцию, которая проверит наличие пикетов на всех горках и ямках, если такие места будут обнаружены, они будут подсвечены и оператор сможет доставить недостающие отметки вы-

сот. Далее оператор должен просмотреть карту и доставить пикеты на характерных местах. После того как все отметки высот расставлены, можно запустить функцию, которая автоматически создаст подписи к отметкам высот.

В программе предусмотрены удобные инструменты для расстановки бергштрихов на горизонталях. Если рельеф несложный, эту задачу можно полностью доверить программе. В случае если рельеф сложный, бергштрихи можно расставлять в полуавтоматическом режиме. Оператор только указывает место, где необходим бергштрих, а программа автоматически определяет направление ската и ставит бергштрих перпендикулярно горизонтали.

После того, как карта создана, она может быть экспортирована в «Карта-2000», «Неву», MapInfo, MicroStation, ArcInfo, AutoCAD и другие программы. Если программа, в которую экспортируется карта, поддерживает высоты объектов только как характеристику, необходимо перед экспортом карты запустить функцию, которая присваивает характеристику «абсолютная высота» всем указанным объектам.

В настоящее время разработаны новые функции для ЦФС «Талка» и технология, которые позволяют создавать рельеф полностью в автоматическом режиме. Очевидно, что ЦФС «Талка» найдет широкое применение в картографическом производстве и у российских пользователей ГИС.

### **1.5. Автоматическое построение цифровых моделей рельефа местности на ЦФС «Талка»**

В ЦФС «Талка» в настоящее время различают две модели: DEM (Digital Elevation Model) и DTM (Digital Terrain Model). DEM представляет из себя поверхность, которая проходит над всеми объектами местности, такими как: деревья, здания и т.д. DTM представляет собой поверхность, совпадающую с поверхностью земли (рис. 1.10).

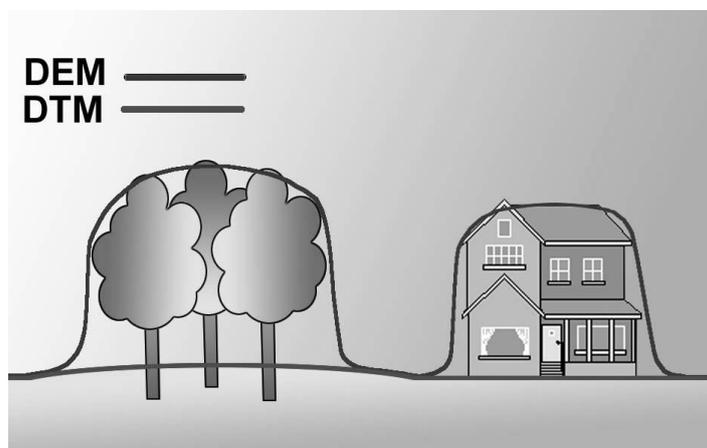


Рис. 1.10. Модели рельефа DEM и DTM

Точность построения модели местности DEM на ЦФС «Талка» зависит только от качества исходных материалов. Если исходные материалы были получены на некачественных просроченных фотоматериалах, при аэросъемке использовались аэрофотоаппараты с низким разрешением, после сканирования цифровые фотоматериалы подверглись сильному сжатию, приведшему к ухудшению изображения, все это приводит к снижению точности построения ЦММ. Также точность построения ЦММ зависит от качества изображения местности. Если изображение местности контрастное, то цифровая модель по такому изображению будет строиться гораздо лучше, чем по неконтрастным изображениям (рис. 1.11).

Построение модели рельефа DTM автоматическим методом возможно только при условии, что на местности нет возвышающихся объектов домов, деревьев и т.д. В случае же, если на местности имеется небольшое количество возвышающихся объектов, то после автоматического построения рельефа можно либо вручную отредактировать данные участки, либо вообще не строить на такие участки рельеф автоматически, а дорисовать его вручную.

а)



б)



Рис. 1.11. Изображение местности: а – контрастное; б – неконтрастное

Автоматическое построение рельефа производится внутри служебной области, которая называется «рамка рельефа». «Рамка рельефа» может быть одна и занимать всю площадь работ, либо таких рамок может быть несколько, в этом случае рамки рельефа указываются на каждой стереопаре. В первом случае область внутри рамки рельефа автоматически разбивается на участки, соответствующие отдельным стереопарам. Расчет проводится последовательно по каждому участку с использованием растров соответствующей стереопары. Во втором случае каждая рамка рельефа может либо содержаться в рамке какой-то одной стереопары (в этом случае

будут использованы растры этой стереопары), либо быть накрыта рамками нескольких стереопар (как в первом случае). Мы рекомендуем указывать «рамки рельефа» для каждой стереопары, поскольку это повышает качество автоматического построения рельефа.

После того как в проект нанесены рамки, вызывается функция автоматического построения рельефа (рис. 1.12).

Расчет рельефа может производиться как по всем «рамкам рельефа», так и по заранее выбранным. Также расчет можно произвести внутри одной активной рамки.

Параметры расчета могут быть общими на все рамки, либо каждой рамке можно задать индивидуальные параметры. Например, если имеются в одном проекте равнинные участки и достаточно рельефная местность, то на равнинных участках расстояние между пикетами можно значительно увеличить по сравнению с расстоянием между пикетами на рельефной местности.

При автоматическом построении модели рельефа результаты работы могут сохраняться в ЦМР. Они же могут быть сохранены в цифровой карте в виде пикетов рельефа. Пикеты рельефа создаются в местах, выбранных программой (там, где функция корреляции устойчива и коэффициент корреляции выше) приблизительно с шагом, заданным параметрами: «Шаг свободной ЦМР по X и по Y». При расчете ЦМР функция «Шаг свободной ЦМР», конечно же, не может быть использована. При построении рельефа рекомендуется использовать пикеты рельефа.

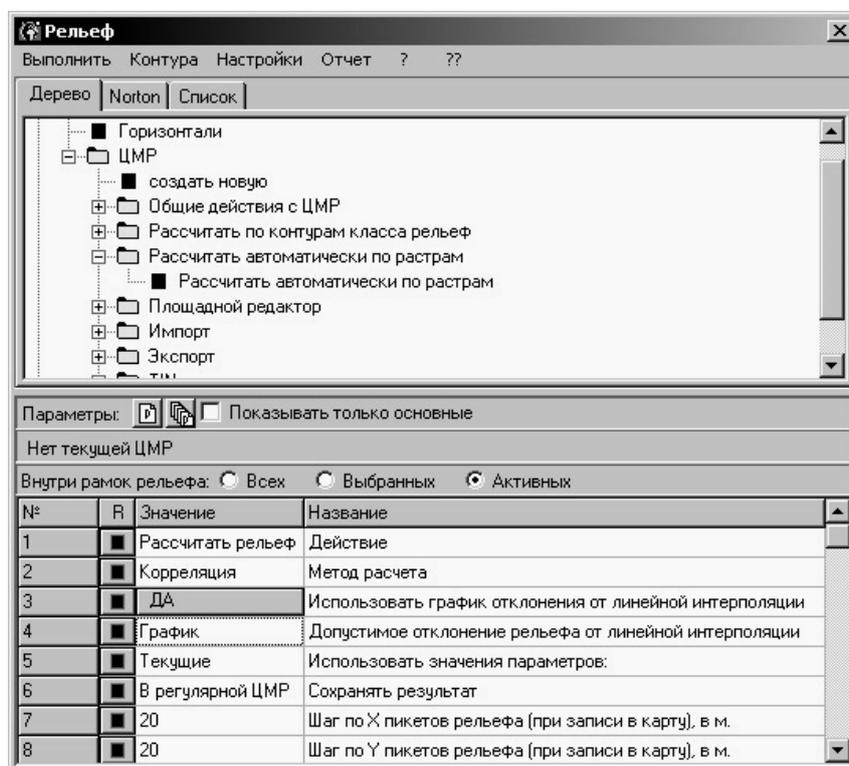


Рис. 1.12. Окно функции автоматического расчета рельефа

При автоматическом построении рельефа в местах со слабовыраженным рельефом рекомендуется использовать график «Допустимого отклонения рельефа от линейной интерполяции» вместе со значением «Радиус» (рис. 1.13).

При автоматическом расчете рельефа по растрам с помощью корреляционных функций и некоторых методов интерполяции рельефа используют в качестве параметра график «допустимого отклонения от линейной интерполяции». График служит для того, чтобы оператор мог контролировать отклонение высоты для вновь создаваемых узлов ЦМР от поверхности, полученной с помощью линейной интерполяции по контурам класса «Рельеф». Контура класса «Рельеф» могут быть получены в том случае, если уже производились работы по стереовекторизации на заданном участке. Для получения таких контуров пользователь может провести основные орографические линии, либо в качестве таких контуров могут выступать точки фотограмметрического сгущения.

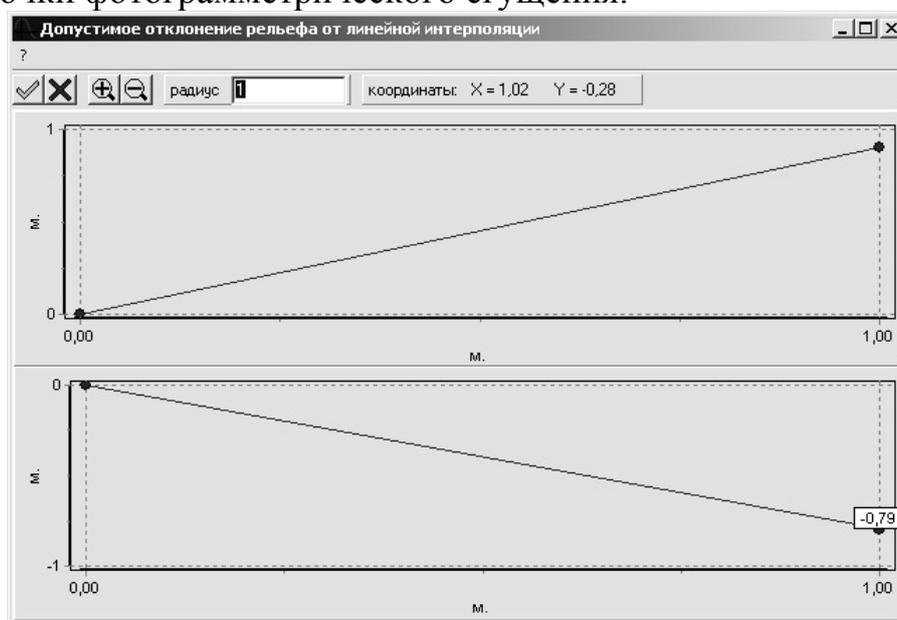


Рис. 1.13. Окно графика допустимого отклонения рельефа от линейной интерполяции

Работу допустимого отклонения от линейной интерполяции показывает следующий рис. 1.14.

Здесь изображен профиль рельефа, где точки ABCDEFG – уже имеющиеся точки на рельефе, например, они были просто поставлены оператором. Остальные точки вычисляются программой по графику допустимого отклонения от линейной интерполяции и образуют зону (многоугольник), в которой программе разрешается искать новый профиль рельефа при автоматическом поиске. Верхняя линия, выше которой программе за-

предложено искать точки рельефа, задается буквами АНВJCLDNEPRFTVG, нижняя допустимая граница поиска рельефа – буквами АIВKСМОЕ-QSFUWG.

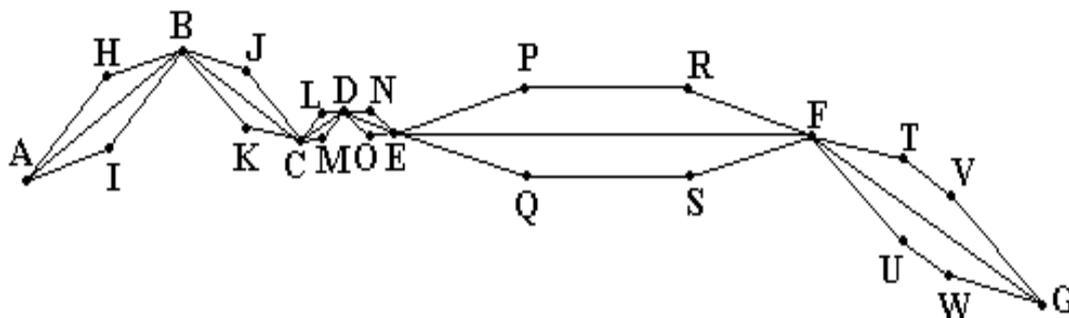


Рис. 1.14. Допустимые отклонения при расчете рельефа

Линия ABCDEFG – линейная интерполяция рельефа. Линии АН и НВ образованы как допустимое отклонение от линейной интерполяции, заданной верхней, красной, границей графика. Аналогично вычисляются нижние границы. При этом точки А и В равноправны, т.е. расстояние между ними делится пополам, в левой половине строится график отклонения по удалению от точки А, в правой половине – по удалению от точки В.

Точки Р и R расположены от точек Е и F соответственно на расстояние R (радиуса), после которого отклонение становится постоянным, как описывалось выше.

Таким образом, регулируя отклонение от линейной интерполяции графиком, можно не допускать, чтобы программа автоматически находила явно ложные решения, что очень помогает программе в поиске точек рельефа. Это особенно актуально, если при автоматическом создании рельефа используются исходные материалы пониженного качества.

Автоматическое построение ЦММ проверено на целом ряде производственных работ. Полученные результаты показывают, что по всем параметрам полученная ЦММ удовлетворяет требованиям по созданию карт требуемого масштаба. При этом производительность труда операторов повышается в пять и более раз.

## 1.6. Технология картографирования линейных объектов с использованием материалов аэрофотосъемки

В некоторых случаях необходимо выполнять работы по картографированию протяженных линейных объектов, таких как: трубопроводы, железные и автомобильные дороги, линии электропередач. Как правило, картографический материал нужен для решения задач землеустройства, учета объектов недвижимости, решения задач управления и т.п. Практиче-

ская потребность решения подобных задач обусловила необходимость разработки новой технологии создания картографических материалов, позволяющей в сжатые сроки и с низкой себестоимостью создавать карты нужного качества. Данная технология предполагает использование ЦФС «Талка» и включает основные технологические процессы, представленные на рис. 1.15.



Рис. 1.15. Технологическая схема картографирования линейных объектов

Перед фотограмметрической обработкой аэрофотоснимки сканируются на фотограмметрическом сканере и переводятся в цифровой вид. В цифровом виде аэроснимки не подвержены «старению», они не деформируются от разности температур, не коробятся, не теряют контрастности, их невозможно поцарапать. Копирование цифровых аэроснимков не представляет труда и может быть выполнено в любой момент.

После сканирования снимки сразу же обрабатываются на ЦФС «Талка», на первом этапе создается накладки монтаж, который используется для планирования работ по проведению ПВП, а также используется полевыми бригадами в случае, если нужно срочно провести полевое дешифрирование. За одну смену (6 ч) оператором могут быть созданы накладные монтажи на 300 снимков.

После создания фотосхем либо параллельно на ЦФС «Талка» создается проект ПВП. При создании проекта оператор выбирает места, где должны располагаться точки ПВП, а программа на основании введенных данных создает проект ПВП. Проект ПВП включает в себя накладки монтаж или фотосхему с отмеченными точками ПВП, аэроснимок с отмеченной на нем точкой и увеличенный фрагмент снимка, где уже более подробно видно место расположения проектируемой точки. Как правило, за одну смену оператор может создать проект на 200-300 снимков.

После создания проекта либо сразу после сканирования приступают к фотограмметрическому сгущению и созданию фотограмметрической модели, в которой можно создавать стереокарту, т.е. карту, в которой все объекты помимо плановых координат имеют высотные отметки. Большая

часть процессов, выполняемых на ЦФС «Талка», автоматизирована, что позволяет значительно сократить временные и материальные затраты.

Внутреннее ориентирование снимков, представляющее расстановку координатных меток, может быть выполнено полностью в автоматическом режиме. Программа сама находит на снимке изображение меток, а оператору требуется только проконтролировать работу программы. Внутреннее ориентирование на 400 снимков, выполняемое в автоматическом режиме, занимает 2-2,5 ч.

После выполнения внутреннего ориентирования производятся измерения связующих точек, необходимых для построения фотограмметрической модели. Наличие в ЦФС «Талка» нескольких видов корреляторов позволяет очень быстро набирать связующие точки и обрабатывать 20-40 снимков за 6 ч. После измерения связующих точек в монорежиме, точки необходимо проверить в стерео режиме, что исключает расстановку связующих точек на кустах, заборах, обрывах и других объектах, по которым не рекомендуется проводить измерения. Редактирование связующих точек в стереорежиме позволяет получать очень точные фотограмметрические модели, которые требуют меньшего количества точек ПВП для привязки к местности. Уменьшение количества точек ПВП позволяет значительно удешевить полевые работы, если они проводятся в труднодоступных районах.

После измерения связующих точек и построения фотограмметрической модели, приступают к стереорисовке проекта. ЦФС «Талка» имеет уникальные разработки, позволяющие производить стереорисовку до того, как будут получены координаты точек ПВП, т.е. до того, как будет произведено внешнее ориентирование модели. Все измерения проводятся в так называемой «свободной» фотограмметрической модели. После проведения внешнего ориентирования фотограмметрической модели, т.е. когда в проект были введены точки ПВП, все объекты стереокарты пересчитываются в требуемую систему координат.

Если к тому времени как было выполнено внешнее ориентирование фотограмметрической модели, уже была отрисована стереокарта на весь объект, можно приступать к созданию ортофотопланов. Ортофотопланы создаются в автоматическом режиме, и скорость их создания зависит только от мощности компьютеров, на которых проводятся вычисления. На компьютерах Pentium4 с частотой 2000 МГц и объемом памяти 512 Мбайт создание одного листа ортофотоплана объемом 100 Мбайт занимает 10-20 мин.

Применение представленной технологии позволяет сократить сроки изготовления ортофотопланов и цифровых карт в два и более раза по сравнению со старой технологией, когда отдельные технологические процессы не могли выполняться параллельно. Для фотограмметрической обработки

не требуется дорогостоящее оборудование. Вся обработка выполняется на персональных компьютерах.

Протяженные линейные объекты, как правило, представляют не один прямой участок, а имеют повороты. Такие объекты невозможно снять одним маршрутом и приходится снимать несколько пересекающихся между собой маршрутов. ЦФС «Талка» позволяет совместно обработать все маршруты в одном проекте, что позволяет исключить нестыковку создаваемых картографических материалов в местах соединения разных маршрутов (рис. 1.16).

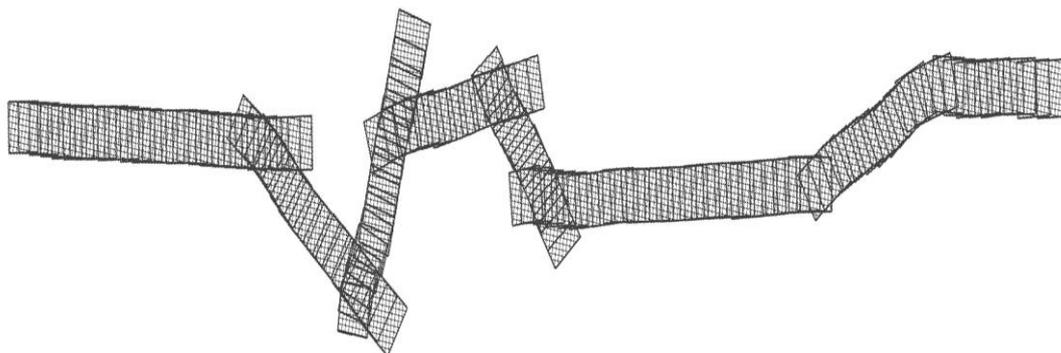


Рис. 1.16. Пример обработки нескольких маршрутов в одном проекте

Можно значительно сократить затраты на обработку линейных объектов, если для аэрофотосъемки использовать современные аэрофотоаппараты с форматом кадра 23x23 см, такие камеры позволяют производить увеличение изображения до 7-10 раз в отличие от старых АФА, имевших формат кадра 18x18 см и позволявших увеличивать изображение до 4-5 раз (рис. 1.17).

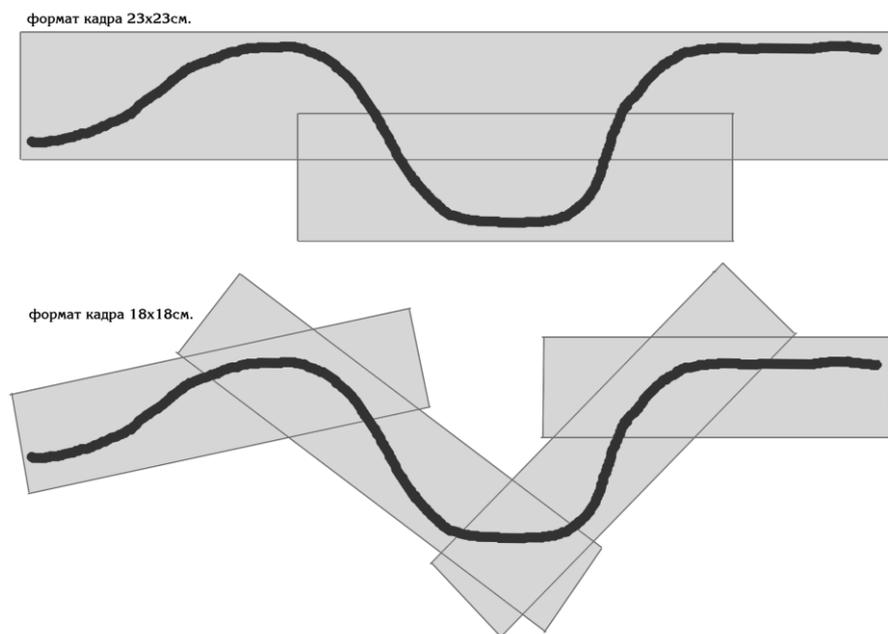


Рис. 1.17. Зависимость количества маршрутов от типа аэрофотоаппарата

Как правило, для получения ортофотопланов масштаба 1:2000 выполняется аэрофотосъемка с масштабом 1:10000 – 1:12000 камерами ЛМК, РС-30 или АФАТЭ либо масштабом 1:8000 камерой АФА. Нетрудно подсчитать, что количество снимков при применении современных аэрофотоаппаратов сокращается в 1,6-1,9 раз. К тому же современные аэрофотоаппараты при аэрофотосъемке имеют большую ширину снимаемой полосы, что позволяет выполнять меньшее количество маршрутов из-за непрямолинейности объекта. Значительное уменьшение количества снимков и маршрутов позволяет сократить время и материальные затраты на фотограмметрическое сгущение, а также уменьшить количество точек ПВП.

Если при аэрофотосъемке на борту самолета установлено специализированное GPS оборудование, позволяющее получать координаты центров фотографирования, тогда количество точек ПВП при картографировании линейных объектов может быть снижено в 5-10 раз.

## 1.7. Предварительная обработка данных космической съемки

Материалы космической съемки, как правило, нельзя использовать без предварительной обработки. Рассмотрим технологию обработки исходных материалов, получаемых с двух самых распространенных спутников Ikonos и Quickbird.

Если производится заказ съемки со спутника Quickbird, то в качестве исходных материалов поставляется панхроматическое изображение с разрешением пикселя на местности 0,60 м и мультиспектральное изображение с разрешением на местности 2,4 м.

Если открыть панхроматическое и мультиспектральное изображения в любом графическом редакторе без всякой обработки, то можно увидеть, что исходные изображения очень темные и работать с ними практически невозможно (рис. 1.18).

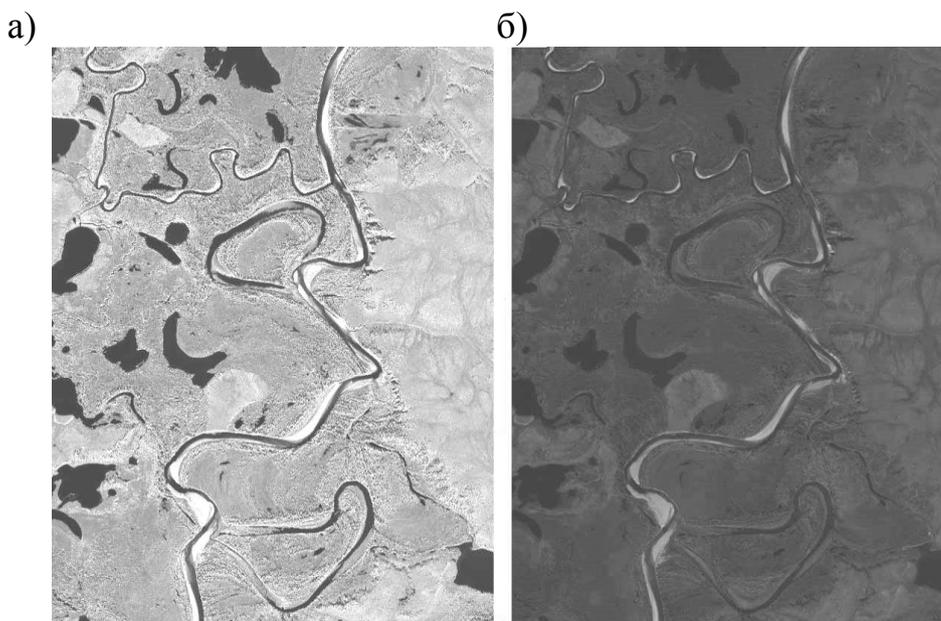


Рис. 1.18. Исходные изображения: а – панхроматическое изображение; б – мультиспектральное изображение

Можно попробовать осветлить исходные изображения в каком-нибудь графическом редакторе, например в программе Adobe Photoshop. Конечно, изображение станет намного лучше, но все равно качество таких материалов будет очень низкое, особенно это заметно на мультиспектральном изображении (рис. 1.19).

Для просмотра космических снимков в программе «ЦФС-Талка» предусмотрена функция автоматического исправления изображения по гистограмме, причем исходное изображение не модифицируется, коррекция производится только при выводе на экран (рис. 1.20).

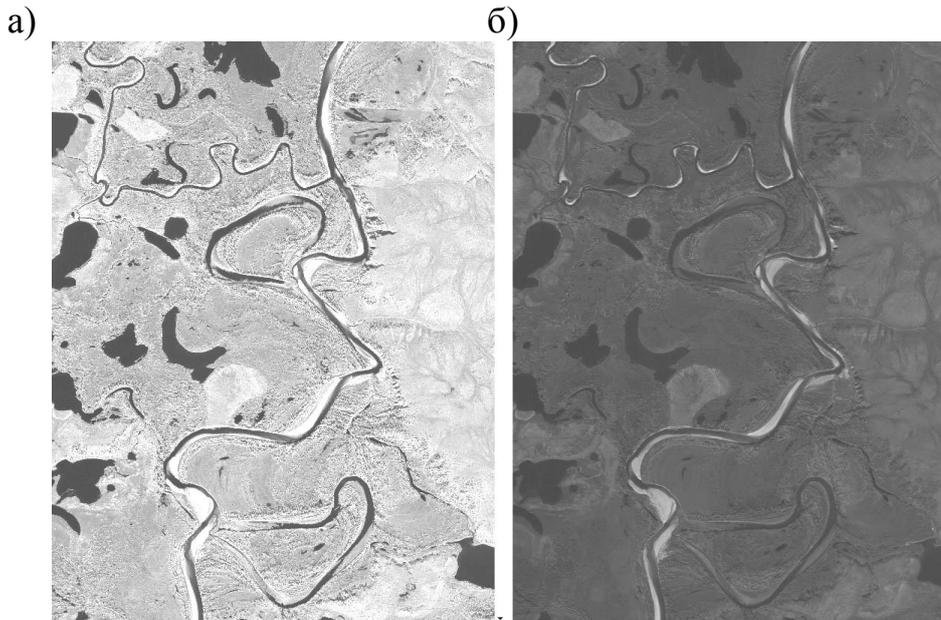


Рис. 1.19. Исходные изображения: а – панхроматическое изображение;  
 б – мультиспектральное изображение (оба изображения осветлены  
 в программе Adobe Photoshop с параметрами: яркость +60 %, контраст +60 %)

Для достижения лучшего эффекта гистограмма рассчитывается не по всему полю снимка, а только по той его части, которая выводится на экран. Это позволяет получить максимальное качество изображения на данном участке. Как видно на рис. 1.20, изображения, исправленные по гистограмме, по качеству значительно превосходят предыдущие изображения.

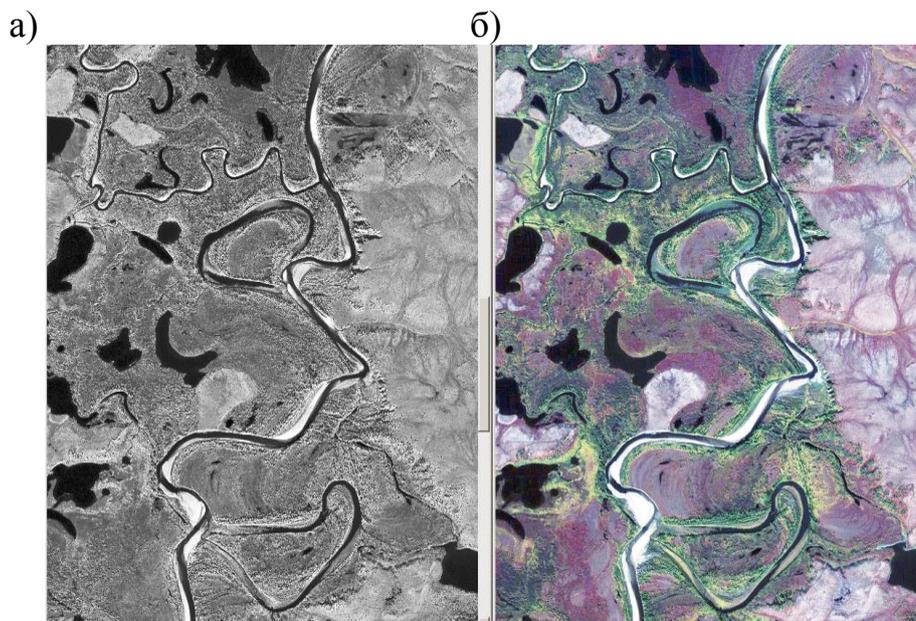


Рис. 1.20. Исходные изображения: а – панхроматическое изображение;  
 б – мультиспектральное изображение  
 (оба изображения исправлены по гистограмме в программе «Талка»)

Мультиспектральное изображение, полученное со спутника Quick-Bird, помимо информации об основных спектрах: красный (R), синий (G) и зеленый (B), содержит в себе ближний инфракрасный канал (nir), который выделить и увидеть можно, только используя специальное программное обеспечение. Программа «Талка» позволяет разделить исходное мультиспектральное изображение на четыре канала, а затем собрать из полученных каналов обычное RGB изображение и изображение со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон nirRG.

Для разделения изображения служит задача «Разделить на цветовые компоненты», необходимо указать исходный файл с мультиспектральным изображением и указать, куда должны записываться файлы отдельных каналов (рис. 1.21).

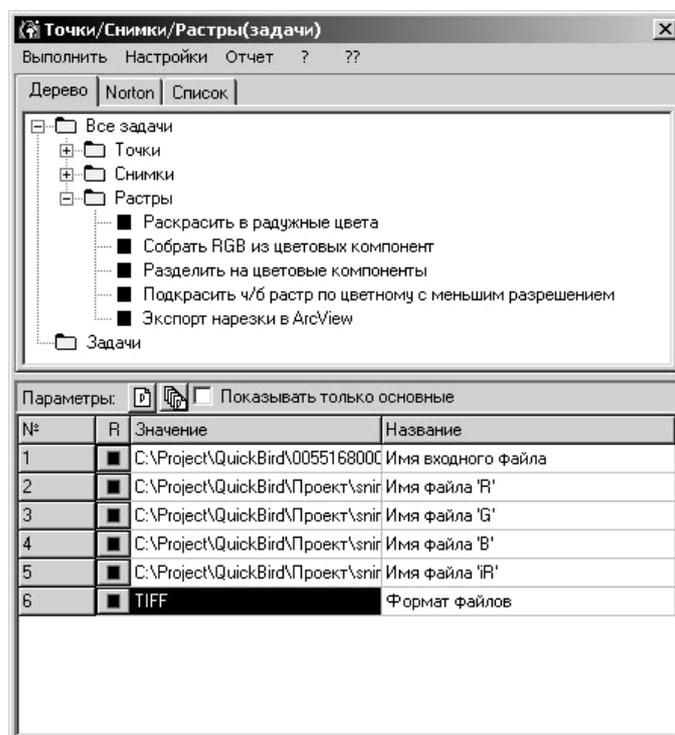


Рис. 1.21. Окно задачи «Разделить на цветовые компоненты»

После того, как файлы каналов будут созданы, при помощи задачи «Собрать RGB из цветовых компонент» создаются обычное изображение и изображение со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон. В задаче необходимо указать исходные файлы каналов и дать название выходному файлу (рис. 1.22). Для создания обычного изображения (RGB) потребуется три канала: красный, синий, зеленый, а для создания изображения со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон (nirRG) используются: ближний инфракрасный канал (вместо красного), красный (вместо зеленого) и зеленый (вместо синего).

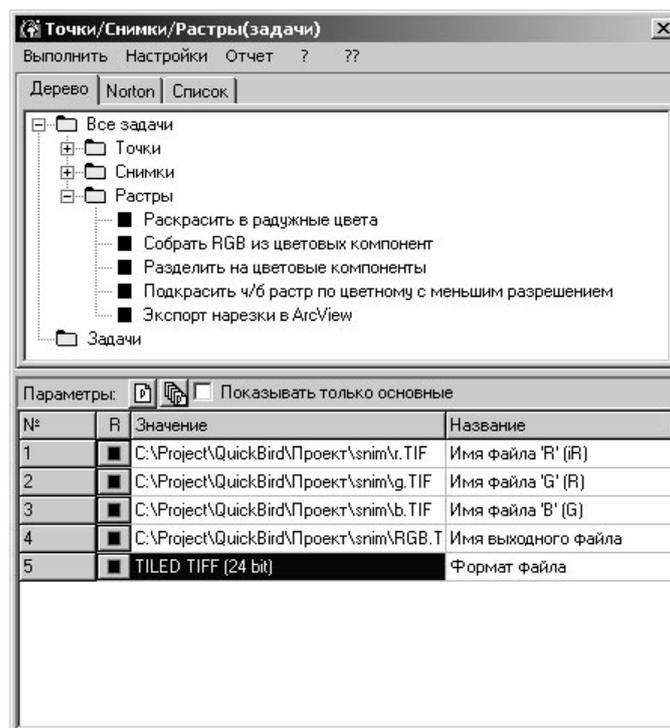


Рис. 1.22. Окно задачи «Собрать RGB из цветовых компонент»

Полученные файлы RGB и nirRG можно использовать для дешифрирования местности, причем изображение, полученное со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон, нужно использовать для дешифрирования контуров растительности и гидрографии (рис. 1.23). Растительность в ближнем инфракрасном диапазоне отображается в красном цвете и хорошо дешифрируется на снимке, границы рек и озер на инфракрасных снимках более четкие.

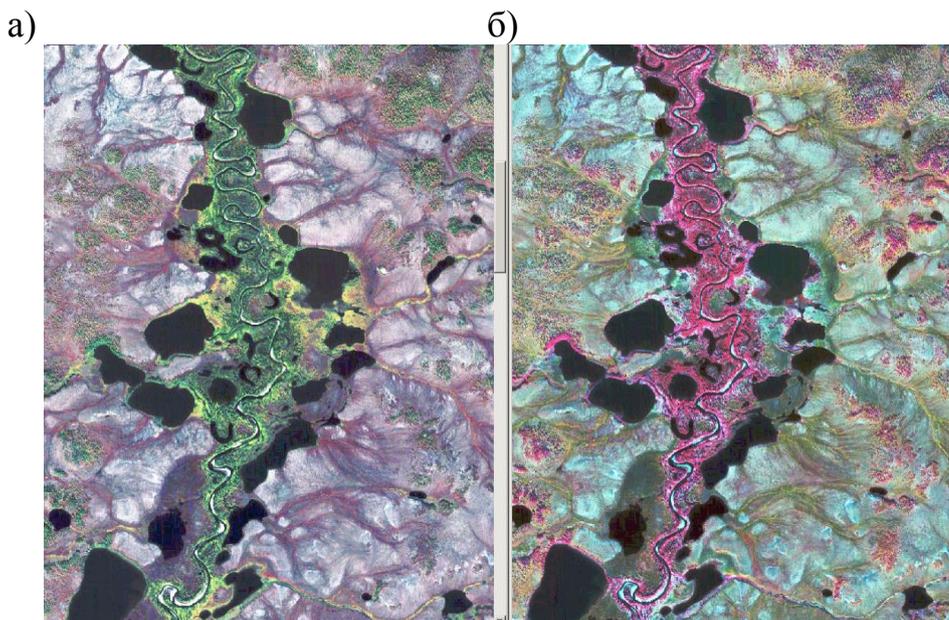


Рис. 1.23. Исходные изображения: а – цветное изображение; б – изображение, полученное со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон

Как уже говорилось выше, мультиспектральное изображение со спутника QuickBird имеет размер пикселя на местности 2,4 м, а панхроматическое изображение поставляется с размером пикселя, равным 0,6 м, поэтому для дешифрирования небольших объектов и для создания крупномасштабных карт и планов нельзя использовать мультиспектральное изображение (рис. 1.24), в этом случае используется панхроматическое изображение, которое значительно точнее мультиспектрального, но несет меньше информации в связи с тем, что не содержит информации о цветах объектов местности, в связи с этим по такому изображению значительно сложнее дешифрировать.

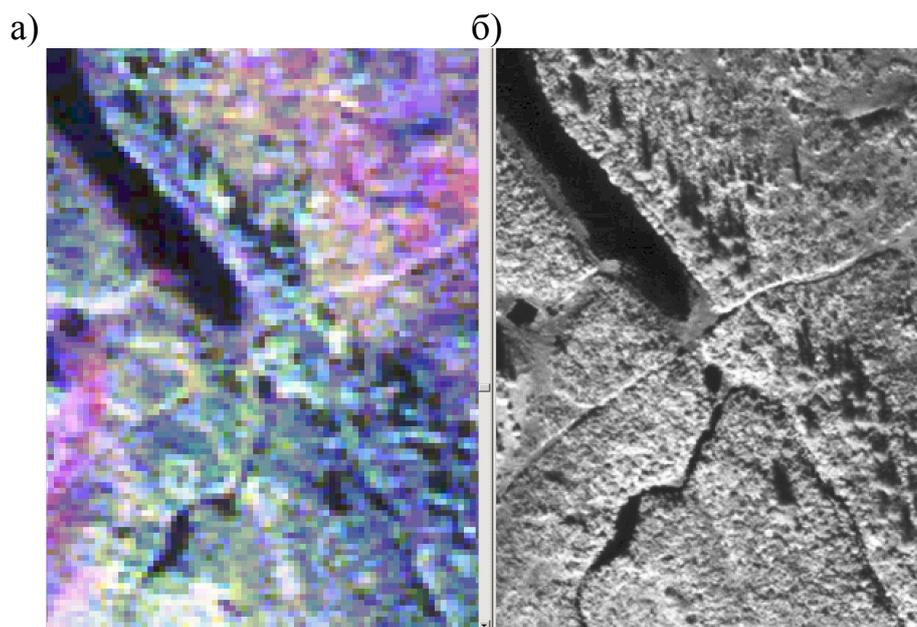


Рис. 1.24. Исходные изображения: а – мультиспектральное изображение с разрешением 2,4 м; б – панхроматическое изображение с разрешением 0,6 м

Для того чтобы использовать точность панхроматического изображения и информацию, которую несет мультиспектральное изображение, в программе «ЦФС-Талка» есть задача «Подкрасить ч/б растр по цветному с меньшим разрешением», которая позволяет увеличить разрешение мультиспектрального изображения до 0,6 м (рис. 1.25). В задаче необходимо указать исходное мультиспектральное и панхроматическое изображение, а также имя и формат выходного файла.

Созданное мультиспектральное изображение с размером пикселя на местности 0,6 м по качеству значительно превосходит исходное изображение (рис. 1.26) и обладает преимуществами исходных изображений, т.е. имеет максимально возможную точность и несет в себе информацию о цветах объектов местности. По таким материалам можно изготовить более точные карты и планы, при этом дешифрирование объектов существенно облегчается.

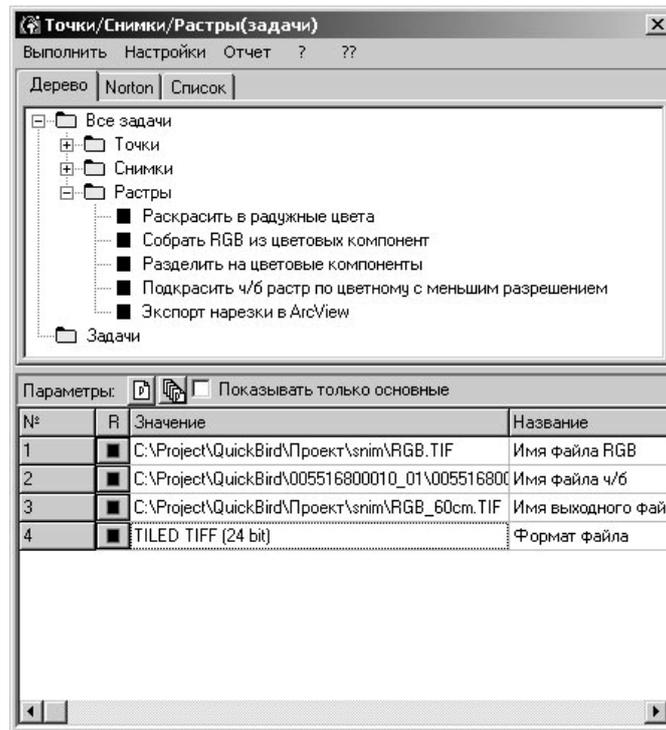


Рис. 1.25. Окно задачи «Подкрасить ч/б растр по цветному с меньшим разрешением»

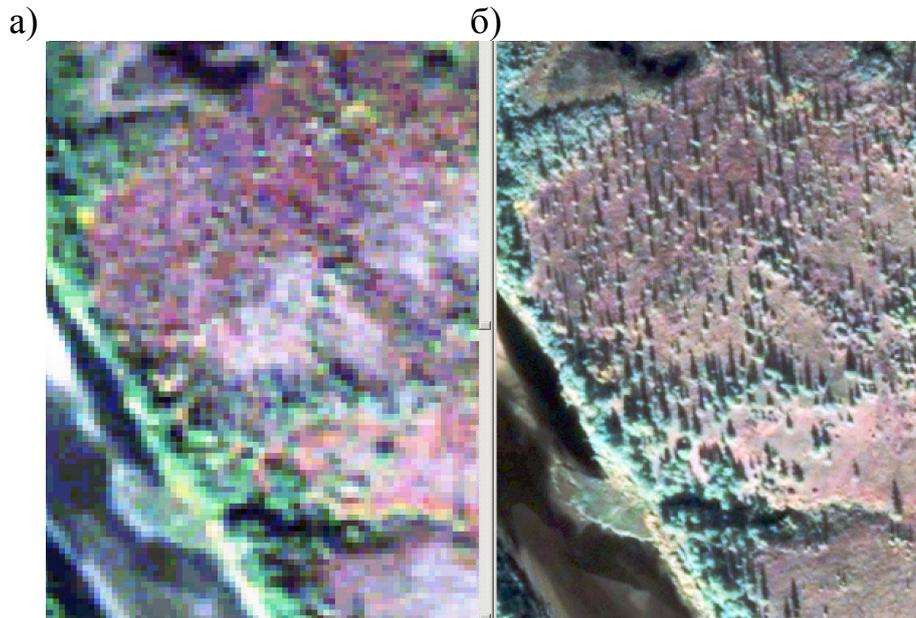


Рис. 1.26. Исходные изображения: а – мультиспектральное изображение с разрешением 2,4 м; б – синтезированное изображение с разрешением 0,6 м

Если в дальнейшем созданные изображения предполагается использовать в других программных продуктах, их необходимо конвертировать в требуемый графический формат и при конвертировании использовать функцию исправления по гистограмме. Тогда полученные изображения можно будет просматривать в любых графических программах, и они будут выглядеть как на рис. 1.20.

Если подытожить все вышесказанное, то технология предварительной обработки материалов со спутника QuickBird будет состоять из следующих этапов:

- 1 Разделение исходного мультиспектрального изображения на цветные составляющие (nir, R, G, B).
- 2 Создание обычного изображения (RGB) и изображения со сдвигом в инфракрасный диапазон (nirRG).
- 3 Увеличение разрешения мультиспектрального изображения.
- 4 Конвертирование готовых изображений в требуемый формат для использования в других программных продуктах.

Изображения со спутника Ikonos, как правило, поставляются с уже разделенными каналами, в этом случае обработку изображений следует начинать со второго пункта.

## **1.8. Технология обновления топографических карт с использованием программного обеспечения ЦФС «Талка»**

При ведении государственного кадастра недвижимости часто возникают задачи, связанные не только с созданием, но и с обновлением карт и планов на территории городов, населенных пунктов и межселенных территорий. Как правило, для создания и обновления картографической основы используются материалы аэрофотосъемки и космической съемки, по которым создаются ортофотопланы и проводится камеральное дешифрирование. И если технологические процессы в камеральных работах максимально автоматизированы, то при полевом дешифрировании приходится пользоваться классическим способом и проводить дешифрирование объектов на бумажных ортофотопланах.

Такой способ имеет ряд существенных недостатков:

- ортофотопланы печатаются на плоттере и при попадании на них воды приходят в негодность;
- во время работы дешифровщикам приходится носить с собой большое количество листов большого формата;
- при плотной застройке сложно наносить характеристики объектов из-за нехватки места на планах;
- для того чтобы передать материалы полевого дешифрирования в камеральный отдел, нужно переслать бумажные планы, а в случае обнару-

жения недостатков дешифрирования – отсылать их обратно в поле, что занимает много времени при расположении картографируемого объекта далеко от производства.

В результате работ по оптимизации полевого дешифрирования компанией «Талка» созданы новые программные обеспечения «Талка-ГИС» и «Талка-КПК». «Талка-ГИС» (рис. 1.27) является офисным приложением, предназначенным для работы с геоинформационными проектами, включающими следующие данные: векторные и растровые карты; космические и аэрофотоснимки. Программа позволяет просматривать и редактировать цифровые карты, создавать запросы по объектам векторной карты, экспортировать на графические устройства и в файлы, работать в стереорежиме, в том числе вести стереоцифровку векторных карт.

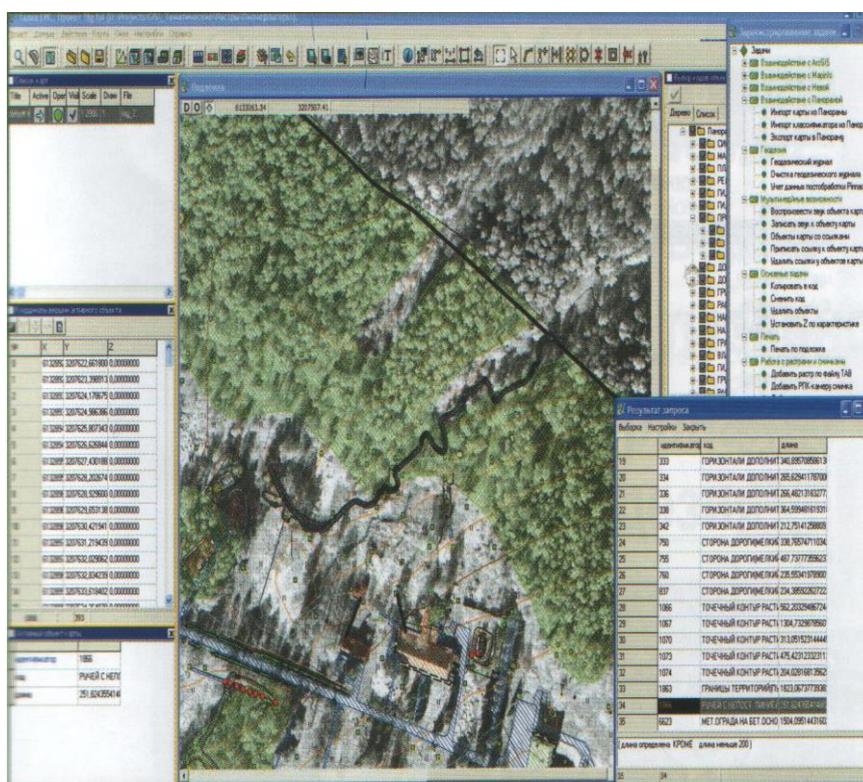


Рис. 1.27. Офисное приложение «Талка-ГИС»

«Талка-ГИС» полностью совместима с ЦФС «Талка». Это позволяет создавать ортофотопланы и проводить предварительное камеральное дешифрирование в ЦФС «Талка». Обработку данных полевого дешифрирования, пополнение базы геодезических данных, формирование ГИС-проектов можно продолжить в «Талка-ГИС» и «Талка-КПК».

Прогресс в области карманных персональных компьютеров (КПК) позволил создать программное обеспечение «Талка-КПК» – мобильный вариант «Талка-ГИС», который работает под управлением операционной системы Windows Mobile.

«Талка-КПК» – это так называемое полевое приложение, которое позволяет работать с растровыми изображениями, векторными картами, GPS-аппаратурой на карманных персональных компьютерах. Для того чтобы минимизировать в полевых условиях использование стилуса, для основных элементов управления были созданы крупные кнопки, что позволяет запускать необходимые функции нажатием пальца на экран карманного персонального компьютера. Формат проекта получается такой же, как в «Талка-ГИС», поэтому проекты, созданные в офисном варианте программы, могут редактироваться в полевых условиях с последующим переносом информации в камеральный отдел и наоборот.

С помощью КПК, оснащенного «Талка-КПК», можно просматривать карты и растровые файлы, полноценно редактировать карты (причем файлы данных могут быть достаточно объемными) аналогично тому, как это сделано в офисной программе для настольного компьютера. Кроме того, программа для КПК содержит достаточно удобный набор необходимых приложений для решения различных геодезических задач («двойная засечка», «перпендикуляр и створ» и др. – рис. 1.28).

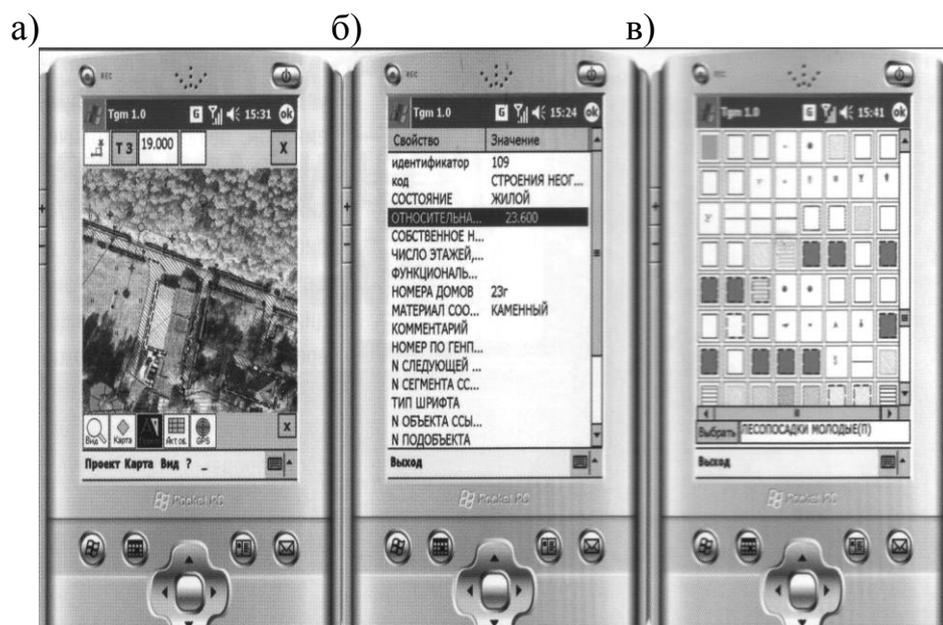


Рис. 1.28. Полевое приложение «Талка-КПК»: а – карта с ортофотопланом; б – характеристики объектов; в – выбор объекта из классификатора

ПО «Талка-ГИС» и «Талка-КПК» имеют одинаковый формат цифровой карты, что позволяет обмениваться информацией между приложениями. Программы позволяют работать с несколькими картами одновременно, причем каждую карту можно открыть не только в режимах полного доступа или чтения, но и в режиме, где допускается изменение семантики объектов. Такой режим используется при полевом дешифрировании, когда необходимо изменять характеристики объектов, не меняя их координаты.

ПО «Талка-КПК» позволяет управлять спутниковым приемником, показывать количество спутников, геометрический фактор PDOP, включать запись данных со спутников, т.е. фактически выполняет функции контроллера. В настоящее время программа поддерживает работу с геодезическими спутниковыми приемниками JAVAD, THALES Navigation, а также со всеми навигационными спутниковыми приемниками, управляющимися Windows API-функциями.

«Талка-КПК» позволяет вести съемку в режиме реального времени при помощи спутникового приемника и сразу записывать данные в цифровую карту. Параллельно со съемкой ведется запись треков (данных со спутников), необходимых для получения точных координат. Таким образом, нарисованный от руки абрис «превращается» в точную карту. Также программа обладает мультимедийными возможностями: к любому объекту карты непосредственно в поле можно добавить звуковые комментарии, фотографии объектов и т.д.

Перечисленные возможности нового программного обеспечения позволяют сделать процесс полевого дешифрирования более эффективным. Нет необходимости печатать листы с ортофотопланами для дешифрирования – вся информация хранится в электронном виде. Плотность застройки не влияет на качество дешифрирования, так как информация заносится в семантику объекта, причем для каждого объекта может быть собрано любое количество информации. В случае затруднения в определении тех или иных свойств объекта дешифровщик может сфотографировать объект и занести фотографию в семантику объекта, что позволит в дальнейшем определить назначение объекта и его характеристики. Для ускорения полевых работ семантическую информацию об объекте можно вводить в виде мультимедийных файлов. Результаты полевого дешифрирования могут быть отправлены в камеральный отдел по сети Интернет.

В случае, если на местности появились новые объекты, они могут быть нанесены на карту методом линейной засечки от ближайших объектов карты с помощью лазерной линейки, либо их местоположение можно определить с использованием спутниковых приемников.

Технология обновления крупномасштабных карт с помощью описанных выше программ выглядит следующим образом:

- 1 Существующие электронные карты и растровые файлы импортируются в формат офисного приложения «Талка-ГИС».

- 2 Для каждого дешифровщика готовятся данные, которые загружаются в память КПК с помощью ПО «Талка-КПК».

- 3 Дешифровщики проводят измерения с помощью спутникового приемника и лазерной рулетки, собирают семантическую информацию, делают звуковые или фотокомментарии и заносят в карманный компьютер с программным обеспечением «Талка-КПК».

4 Проекты копируются в офисное приложение «Талка-ГИС», данные со спутника обрабатываются, «навигационные» координаты объектов заменяются на точные и строится цифровая карта.

5 Собранные за день данные пересылаются в камеральный отдел с помощью Интернет.

6 После завершения полевых работ обновленные карты экспортируются в исходный формат.

При обновлении мелкомасштабных карт можно использовать недорогие навигационные спутниковые приемники, тем самым исключив процесс последующей обработки, поскольку обеспечиваемая ими точность определения пространственных координат в автономном режиме вполне достаточна для нанесения объектов на мелкомасштабную карту.

### **Контрольные вопросы**

1 Дистанционное зондирование как способ получения информации об объектах.

2 Современные технологии получения и обработки данных дистанционного зондирования.

3 Мировые спутниковые системы. Развитие российской спутниковой системы GLONASS.

4 Развитие и внедрение современных технологий фотограмметрического обоснования картографических, землеустроительных и кадастровых работ.

5 Виды и методы фототопографических съемок. Цифровая съемка. Первичные информационные модели местности.

6 Геометрические свойства снимков. Основы центрального проектирования.

7 Искажения на снимках, возникающие вследствие наклона снимка и за рельеф местности. Особенности обработки космических снимков.

8 Фотограмметрический и стереофотограмметрический способы обработки данных дистанционного зондирования.

9 Программное обеспечение фотограмметрических работ. Возможности и преимущества каждого программного продукта.

10 Технология получения планового обоснования. ЦМС.

11 Технологии построения рельефа местности. ЦМР.

12 Предварительная обработка информационных моделей местности для получения выборочной информации и генерализации информации.

## 2. УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБРАБОТКЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ НА ЦФС «ТАЛКА»

Предварительно необходимо проверить наличие места на диске. Для обучения программе вам потребуется около 1 Гбайта. Запуск программы «Талка» производится двойным нажатием на ее ярлык на рабочей панели. Весь процесс обучения рассчитан в основном на имеющиеся на вашем компьютере 12 снимков, появляющихся в результате установки программы.

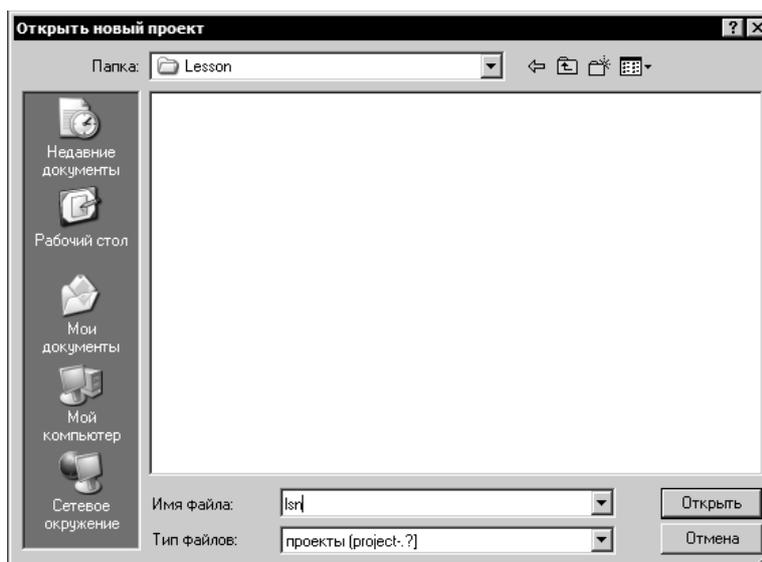
Работа с демонстрационным вариантом отличается только тем, что вы не можете создавать новый проект, т.е. при чтении уроков для демо-варианта урок 1 следует пропустить.

Для обучения требуется также хотя бы поверхностное знакомство со стандартными действиями WINDOWS. В основном все действия описаны перечислением кнопок, комментарии даны курсивом.

### 2.1. Создание проекта

Запустите программу двойным нажатием на ее ярлык на рабочей панели. После запуска нажмите кнопку «Проект» и в появившемся списке выберите слово «Новый». Программа *выведет* на экран стандартное окно выбора файла. Найдите директорию (папку), которую вы указали при установке программы, в дальнейшем будем называть ее «TALKA». В ней выберите папку «PROJECTS».

После входа в папку «TALKA\PROJECTS», выберите знак  в меню на верхней панели стандартного окна выбора файла.



Нажатие мыши на этом значке позволит вам создать новую папку. Непосредственно после этого создания наберите имя этой новой папки, например, «Учебный» или «Lesson». После этого двойным нажатием на значок папки около надписи «Lesson» войдите в эту вновь созданную папку. Выберите одинарным нажатием левой клавиши мыши строку с надписью «Имя файла» в нижней части окна. Наберите в этой строке три английские буквы, например, «lsn».

После этого нажмите кнопку «Открыть» в правой части окна. Тем самым создан новый проект, то есть вы указали программе папку и расширение имен файлов, которые она имеет право создавать и стирать по своему усмотрению в этой папке. Нажмите «Проект – комментарий». В появившемся окне наберите следующие строки:

**Дата**

**Это учебный проект, который будет содержать 12 снимков, 3 маршрута по 4 снимка.**

**Дата залета: 00.00.84, масштаб 1:22000, количество опорных точек 6, снимки 230 мм, фокусное расстояние 150 мм, оцифровка 20 мкм (1000 dpi).**

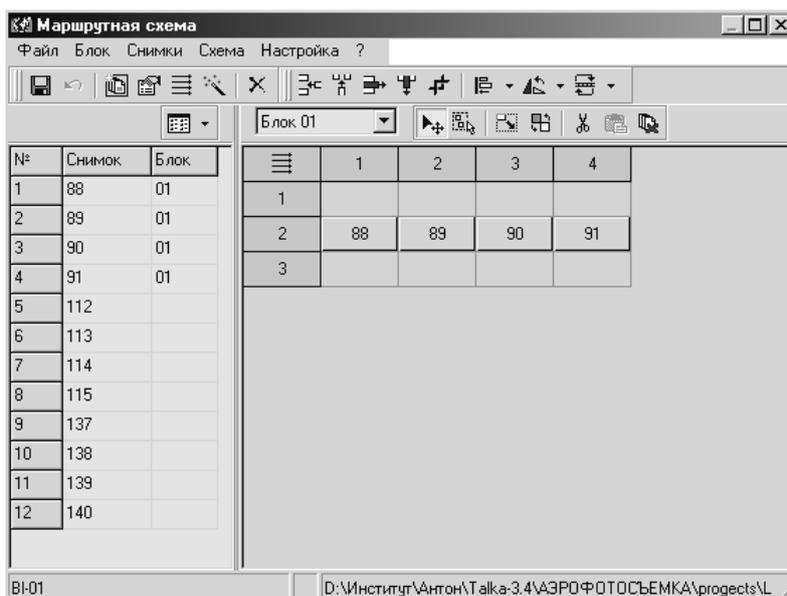
**Оператор–технолог Иванов Иван Иванович.**

**Папку «TALKA\PROJECTS\LESSON» следует удалить по окончании обучения программе «Талка».**

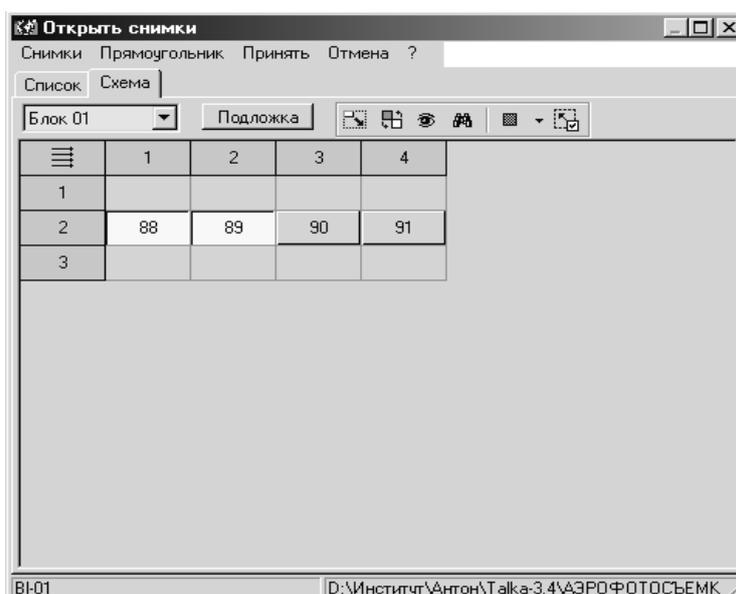
Нажмите кнопку «Принять» в верхнем меню. Дальнейшие действия описаны только именами кнопок, которые следует нажимать.

«Фото – добавить фото», выбор всех файлов в директории «TALKA\SNIMKI» с помощью клавиши «Shift», «Открыть» (*окно закрылось, появилось окно «Добавить снимки»*), «Принять». В появившемся окне «Открыть снимки» – «Отмена».

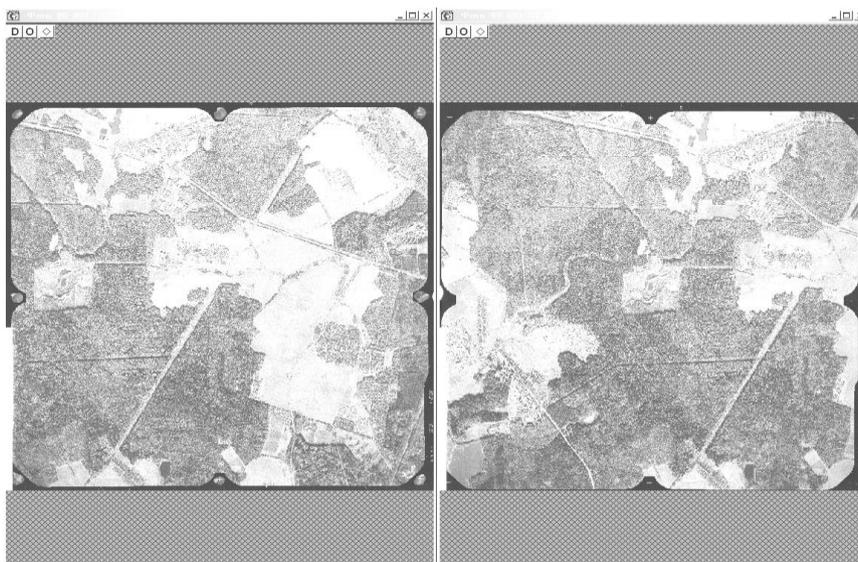
«Задача – маршрутная схема». Увеличьте размер схемы до 3x4 (кнопками ). Отмечаем левой кнопкой мыши, используя клавишу «Shift» верхние четыре снимка (номера 88, 89, 90, 91) в колонке «снимки». После этого перетаскиваем их в стиле «схватил и потащил» в маршрутную схему в правой половине окна в произвольную (например, во вторую) строчку схемы. *Появились кнопки с номерами 88, 89, 90, 91.*



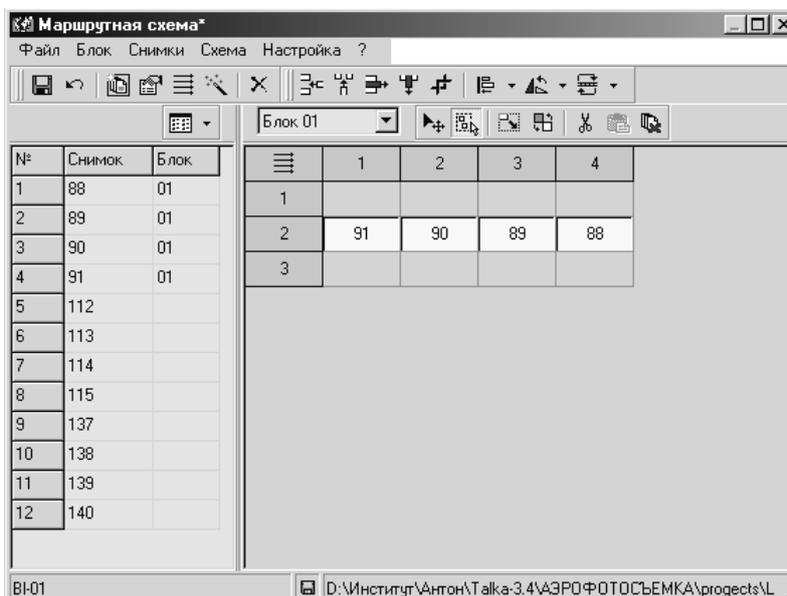
Проверяем взаимное расположение снимков. Ясно, что снимки идут подряд, неясно только, возрастают номера слева направо или справа налево. Для этого нажимаем кнопку  (принять результат редактирования схемы), закрываем редактор маршрутной схемы и нажимаем на кнопку .



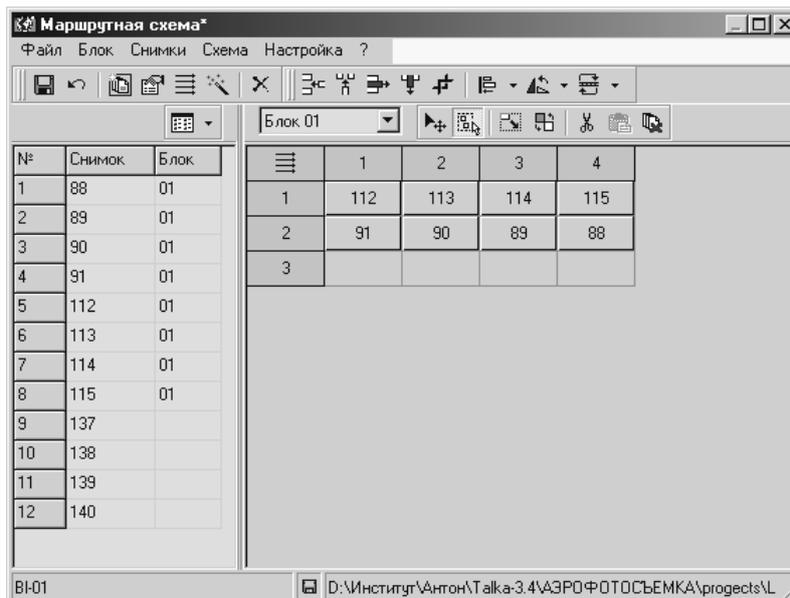
Появилось окно «Открыть снимки». Переключаемся на страничку «Схема», продавливаем в появившейся схеме с кнопками кнопки любых двух соседних снимков, например, 88 и 89, «Принять». Появились два окна снимков. Рассмотрим их и убедимся, что порядок неправильный, 88 должен быть правее 89.



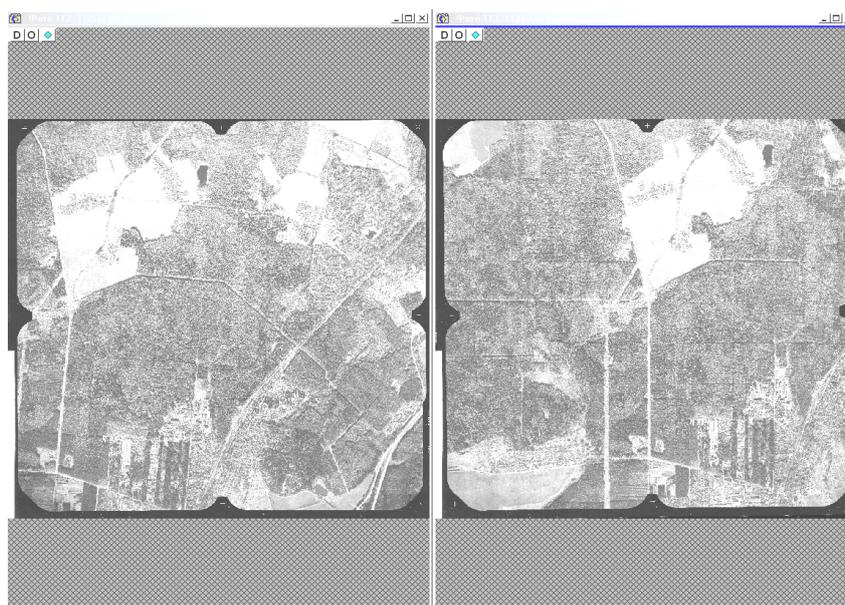
Закрываем окна снимков и возвращаемся по кнопке «Задача – Маршрутная схема» к редактированию схемы. Продавливаем кнопку  – переключаемся из режима перетаскивания в режим отметки снимков в схеме. Щелкаем левой кнопкой мыши по кнопке с номером второй строки. Все кнопки с номерами снимков в этой строке оказались продавленными (отмеченными). Далее: «Схема – Поменять – Порядок в строке». *Порядок кнопок в строке изменился. Теперь слева направо идут 91, 90, 89, 88.*



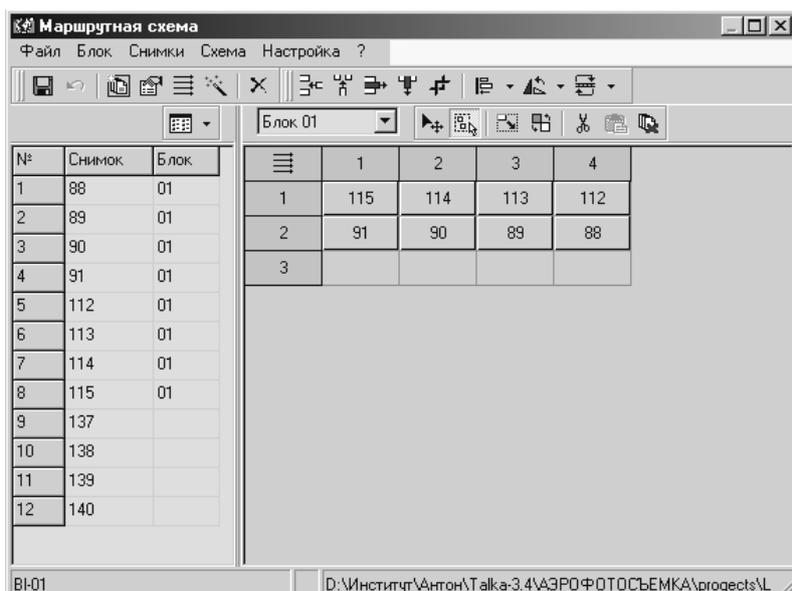
Возвращаемся в режим перетаскивания снимков, продавливая кнопку . Отмечаем в левой половине окна в колонке «Снимки» следующие четыре снимка с номерами, идущими подряд: 112, 113, 114, 115, и перетаскиваем их, например, в первую строчку схемы.



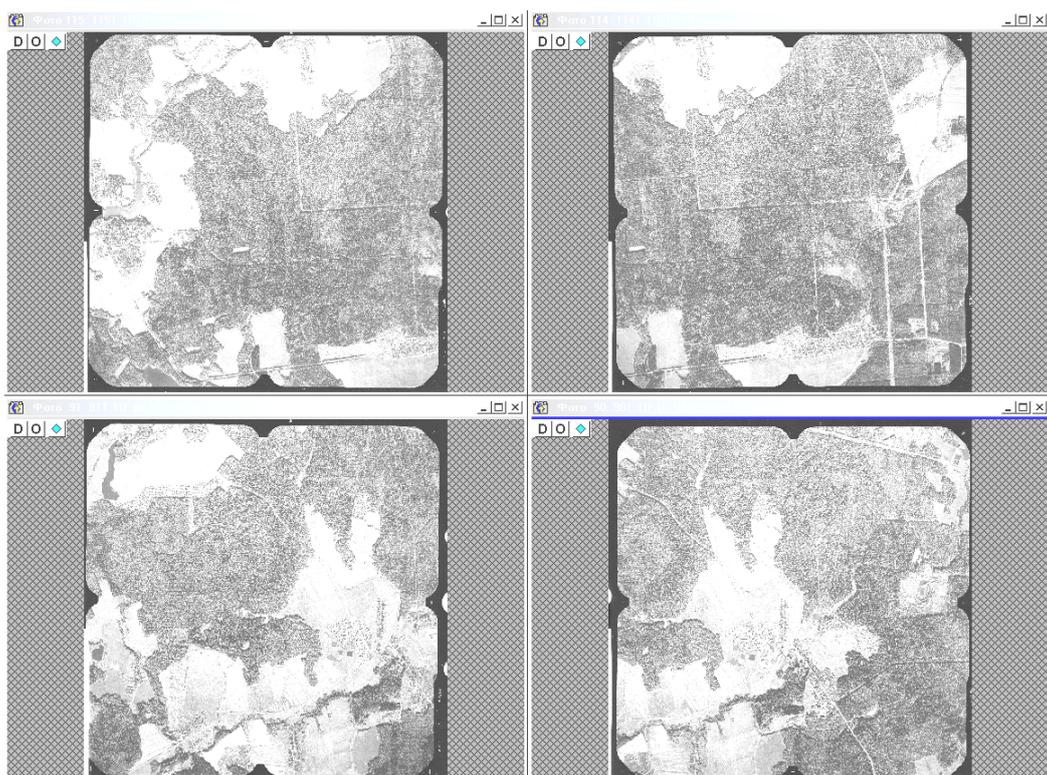
Снова, приняв результат, выходим из редактирования маршрутной схемы и проверяем расположение вновь добавленных снимков в маршруте. Для этого открываем, например, окна снимков 112 и 113.



Результат опять неправильный. Возвращаемся к редактированию схемы и меняем порядок снимков в первой строке схемы, как описано выше. *Теперь в первой строке схемы слева направо идут кнопки 115, 114, 113, 112.*



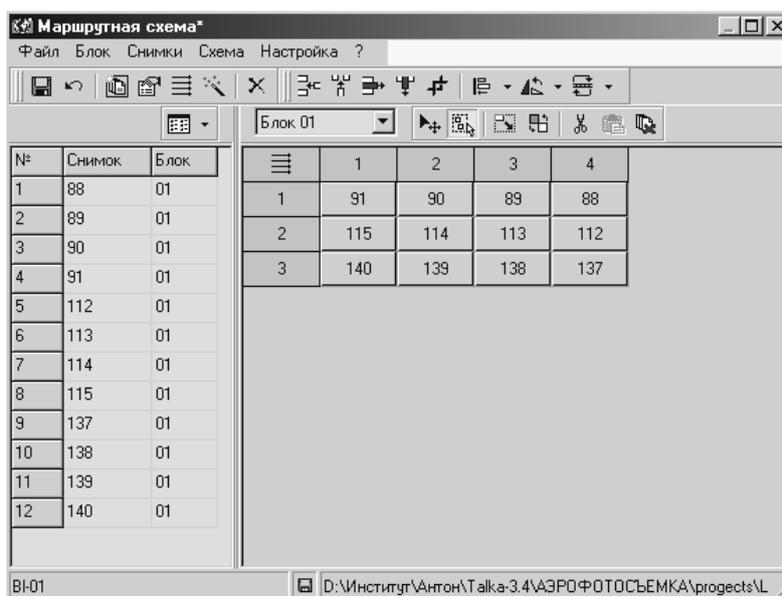
Снова выйдя из редактора маршрутной схемы, проверяем относительное расположение маршрутов. Для этого открываем окна снимков 115, 114, 91, 90.



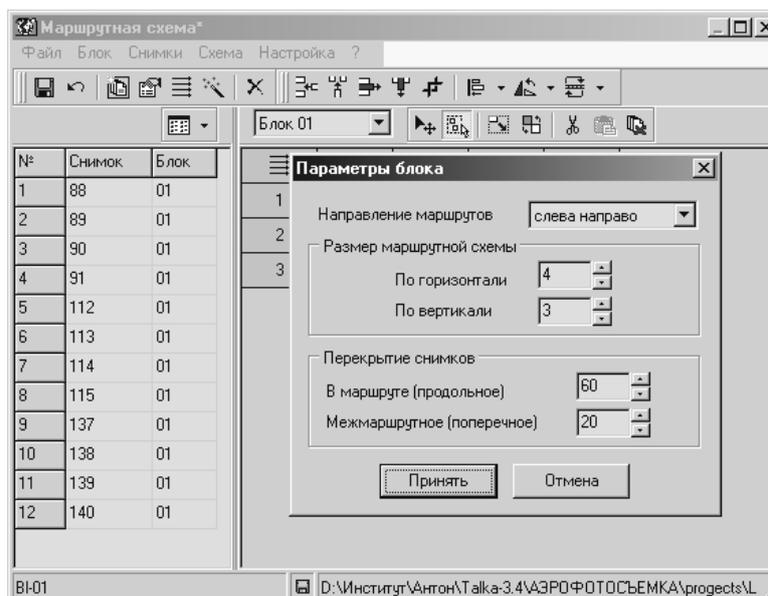
*Открылись четыре окна; разглядывая их, убеждаемся, что нижний маршрут должен идти выше верхнего, так как, например, правый нижний угол снимка 91 совпадает с правым верхним углом снимка 115.*

«Задача – Маршрутная схема» – переключаемся в режим отметки снимков в схеме. Отмечаем первую строчку. *Продавлены кнопки с номерами 115, 114, 113, 112.* Переключаемся в режим перетаскивания снимков в схеме. Прижав левую кнопку мыши, перетаскиваем отмеченные снимки в третью строчку маршрутной схемы. *Теперь в третьей строчке снимки 115 – 112, а во второй – снимки 91 – 88.* Таким же образом перетаскиваем снимки 91 – 88 в первую строчку, а затем снимки 115 – 112 – в освободившуюся теперь вторую строчку маршрутной схемы. *В результате первая строчка схемы содержит снимки 91 – 89, вторая строчка – снимки 115 – 112.*

Далее добавляем в маршрутную схему последние четыре снимка 137, 138, 139 и 140. Здесь номера снимков в маршруте опять возрастают «справа налево». Окончательно маршрутная схема выглядит так. Первый маршрут (первая строчка): снимки 91, 90, 89, 88 (в таком порядке слева направо); второй маршрут: снимки 115, 114, 113, 112; третий маршрут: снимки 140, 139, 138, 137.

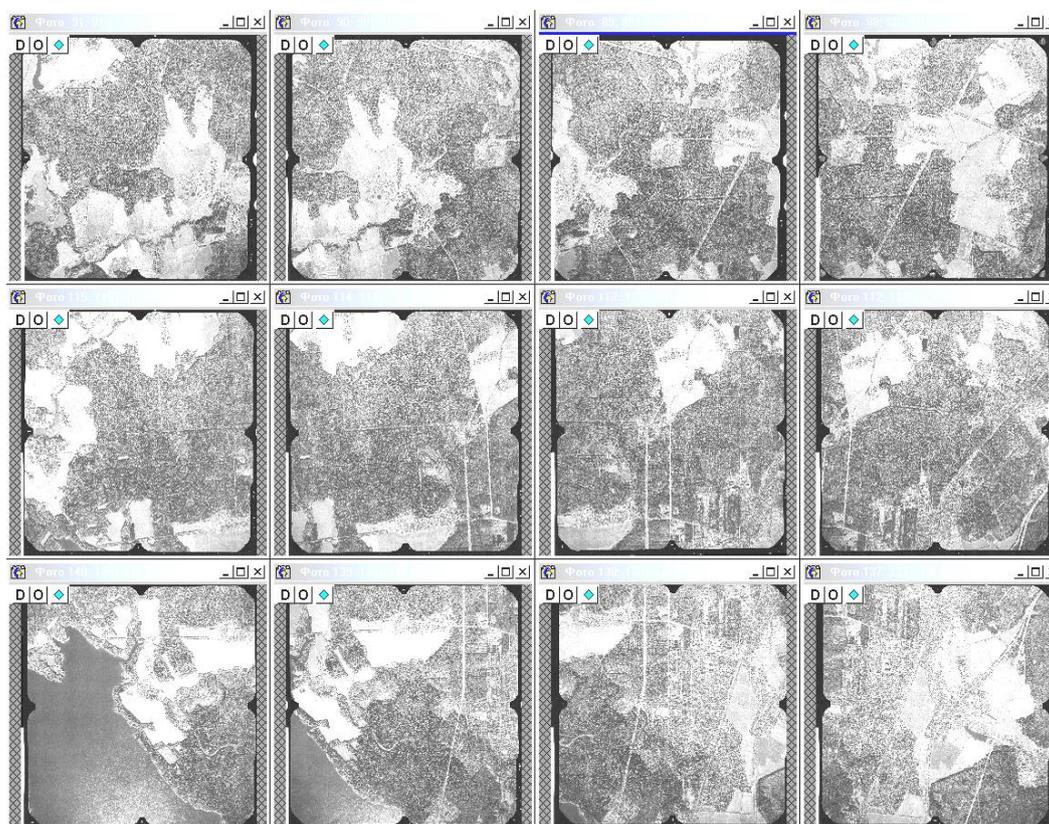


Теперь нужно указать в программе направление маршрутов. В окне редактирования маршрутной схемы нажимаем «Блок – Параметры» (*появилось окно*), направление маршрутов «слева направо», размер маршрутной схемы по горизонтали 4, по вертикали 3, перекрытие снимков продольное 60 %, поперечное 20 %. «Принять» (*окно закрылось*).



В левом окне внизу «Выход» (окно закрылось). Кнопка  (принять результат редактирования схемы). Закрыть окно редактирования маршрутной схемы.

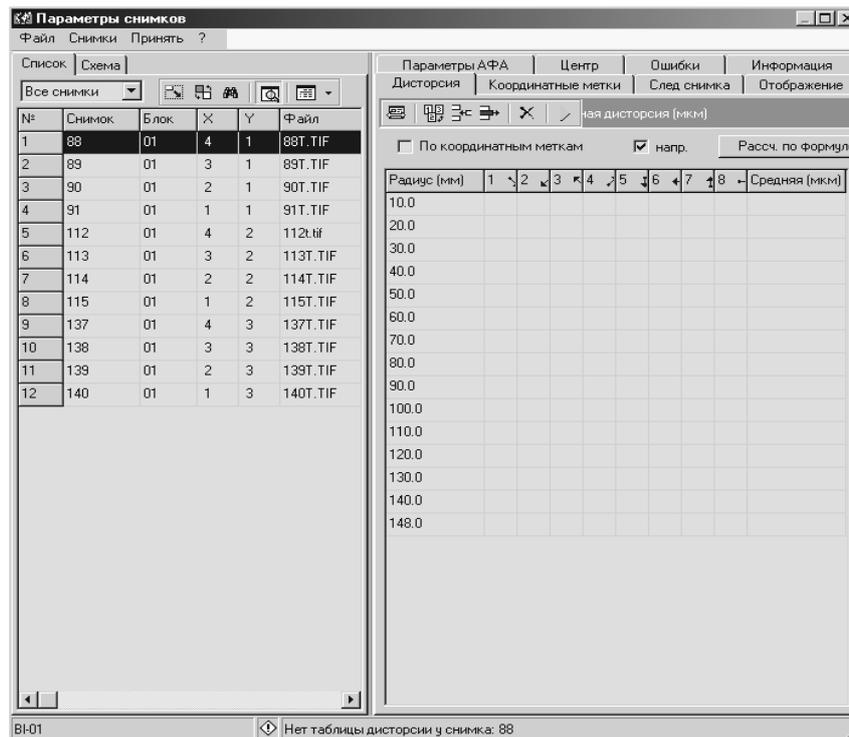
Для контроля проделайте следующие операции. «Окна – Снимки» на страничке «Схема» вы должны увидеть ту схему, которую вы набирали. Выберите все 12 снимков из схемы и нажмите «Принять» на верхней панели. В появившихся окнах должны быть отображены указанные снимки.



Далее «Окна – Заккрыть все окна», все окна закрылись. Обратите на это внимание, это способ закрыть все окна.

## 2.2. Ввод параметров АФА в файлы

«Задача – Внутренние параметры – Таблица дисторсии (по направлениям)». Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Дисторсия».

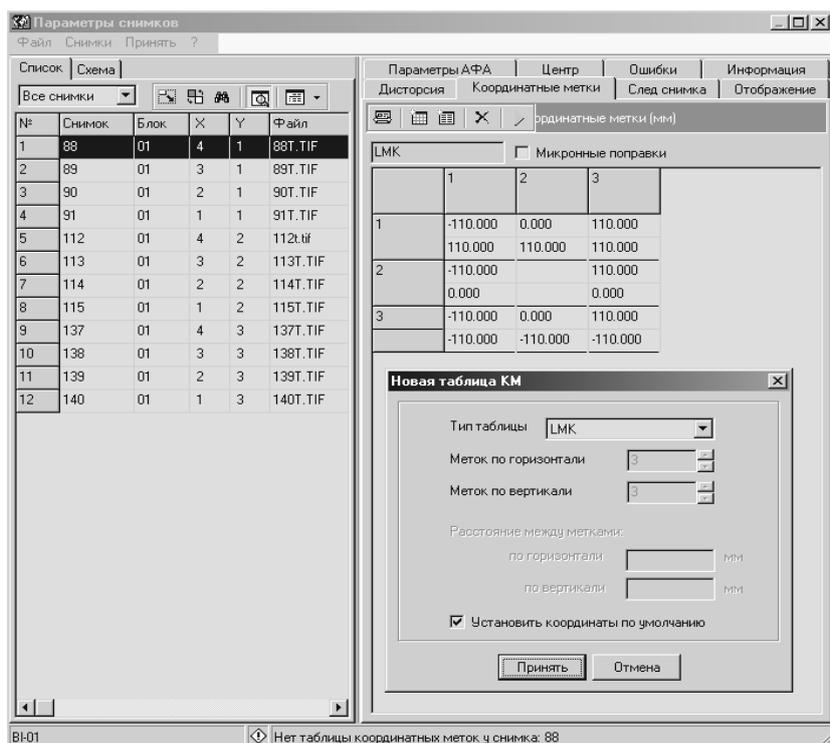


Расставить направления в окне, открывающемся по кнопке  в соответствии со схемой. Ввести в поля таблицы в правой половине окна числа в соответствии с прилагающейся таблицей дисторсии. Поля таблицы выбираются мышкой, числа вводятся с клавиатуры, изменение направлений см. в окне «**Фото – Параметры**».

На верхней панели «Файл – Сохранить», в появившемся окне выбора выбрать папку и набрать имя файла «lsn», в правой части окна «Сохранить» (окно закрылось). Закрыть окно «Параметры снимков».

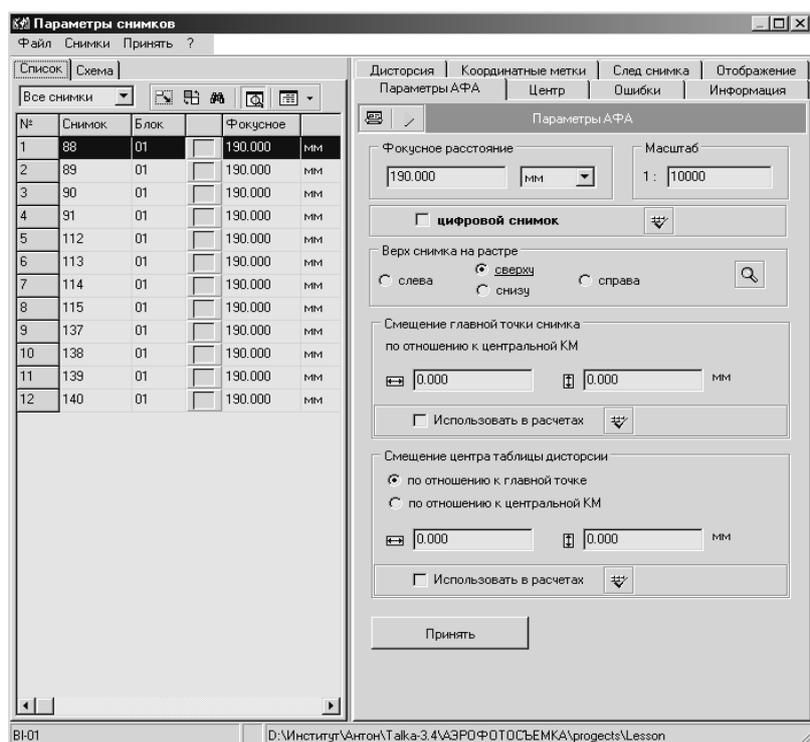
«Задача – Внутренние параметры – Таблица КМ». Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Координатные метки». Кнопка  («Новая таблица КМ»). Открылось окно «Новая таблица КМ». Выбрать тип таблицы (ЛМК – для прилагающихся 12 снимков проекта «ДЕМО»). Флаг «Установить координаты по умолчанию» выставить, «Принять».

Окно «Новая таблица КМ» закрылось. На странице «Координатные метки» появилась таблица КМ с координатами, заданными «по умолчанию».



Ввести в поля таблицы числа в соответствии с прилагающейся таблицей КМ. На верхней панели «Файл – Сохранить», в появившемся стандартном окне выбора файла выбрать папку и набрать имя файла «lspn», в правой части окна «Сохранить» (окно закрылось). Закрыть окно «Параметры снимков».

«Задача – Внутренние параметры – Параметры АФА». Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Параметры АФА».



Введите имеющиеся параметры АФА. На верхней панели «Файл - Сохранить», в появившемся стандартном окне выбора файла выбрать папку и набрать имя файла «lsn», в правой части окна «Сохранить» (*окно закрылось*). Закрыть окно «Параметры снимков».

### 2.3. Ввод параметров АФА в проект

«Задача – Внутренние параметры – Таблица дисторсии (по направлениям)». *Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Дисторсия».* На верхней панели «Файл – Открыть», в появившемся окне выбора выбрать файл «lsn», в правой части окна «Открыть» (*окно закрылось*). *На странице «Дисторсия» появилась загруженная таблица.*

Кнопка  (Принять таблицу дисторсии). *Появилось окно с надписью «Отметьте необходимые снимки и нажмите 'ОК'».* Не нажимая пока «ОК» и сдвинув окно с надписью в сторону, в левой половине окна «Параметры снимков» нажимаем «Снимки – Отметить все» (кнопка ). *Все снимки в списке выделены синим цветом.* Нажимаем кнопку «ОК». *Окно с надписью «Отметьте необходимые снимки...» закрылось.* Закрываем окно «Параметры снимков».

«Задача – Внутренние параметры – Таблица КМ». *Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Координатные метки».* На верхней панели «Файл – Открыть», в появившемся окне выбора выбрать файл «lsn», в правой части окна «Открыть» (*окно закрылось*). *На странице «Координатные метки» появилась загруженная таблица КМ.*

Кнопка  (Принять КМ). *Появилось окно с надписью «Отметьте необходимые снимки и нажмите 'ОК'».* Не нажимая пока «ОК» и сдвинув окно с надписью в сторону, в левой половине окна «Параметры снимков» нажимаем «Снимки – Отметить все» (кнопка ). *Все снимки в списке выделены синим цветом.* Нажимаем кнопку «ОК». *Окно с надписью «Отметьте необходимые снимки...» закрылось.* Закрываем окно «Параметры снимков».

«Задача – Внутренние параметры – Параметры АФА». *Открывается окно «Параметры снимков» на странице «Параметры АФА».*

На верхней панели «Файл – Открыть», в появившемся окне выбора выбрать файл «lsn», в правой части окна «Открыть» (*окно закрылось*). *На странице «Параметры АФА» появились загруженные параметры АФА.*

Кнопка  (Принять параметры АФА). *Появилось окно с надписью «Отметьте необходимые снимки и нажмите 'ОК'» и флагами: «Фокусное расстояние», «Масштаб» и др.* Установите все флаги. Не нажимая пока «ОК» и сдвинув окно с надписью в сторону, в левой половине окна «Параметры снимков» нажимаем «Снимки – Отметить все» (кнопка ).

Все снимки в списке выделены синим цветом. Нажимаем кнопку «ОК». Окно с надписью «Отметьте необходимые снимки...» закрылось. Закрываем окно «Параметры снимков».

Для контроля сделайте следующие операции. «Фото – Параметры», страница «Параметры АФА». Выберите в списке снимков в левой половине окна «Параметры снимков» щелчком левой кнопки мыши один из снимков. На странице «Параметры АФА» появятся параметры АФА для данного снимка. Они должны соответствовать тем, которые вы загружали из файла и присваивали снимкам. Если нет, повторите действия, описанные выше.

#### **2.4. Режимы работы «вид» и «точки» на одном снимке**

Для прохождения первичного обучения режимам работы программы откройте один из фотоснимков проекта через «Окна – Снимки – Снимок 91 – Принять». По умолчанию (т.е. если вы до сих пор не переключались из одного режима в другой) вы находитесь в режиме работы «вид».

Потренируйтесь сначала управляться с этим режимом. Для этого выберите на фотоснимке место, которое вы хотели бы рассмотреть подробнее, и щелкните левую клавишу мыши на этом месте. Снимок увеличился вдвое с центром в этом месте. Сделайте эту операцию многократно. Снимок увеличится во много раз, причем после нескольких применений такой операции вы увидите на экране заметные маленькие квадратики. Это пиксели, т.е. размер одного такого квадрата на реальном фотоснимке равен точности оцифровки, в данном тестовом примере 25 мкм.

Для того чтобы удалиться, нажмите на клавиатуре клавишу «Alt» и щелкните левую клавишу мыши. На экране увеличение снимка уменьшится. Другой способ: нажмите правую клавишу мыши и не отпускайте ее. Вы увидите на экране меню подрежимов данного режима. *В любом режиме работы программы, не только в режиме «вид», нажатие правой мыши вызовет на экран меню подрежимов, причем во всех режимах верхний пункт этого меню называется «переключиться».*

Выберите пункт «дальше» и отпустите на нем правую клавишу.

На экране увеличение снимка уменьшится, причем центр опять будет в той точке, в которой вы прижимали правую клавишу. Сделайте это многократно, так чтобы снимок стал на экране совсем маленьким. Чтобы вернуться в нормальное состояние, вызовите меню подрежимов (как обычно, правой клавишей) и выберите пункт «полностью», после чего отпустите правую клавишу. Снимок перерисовался так, что он весь помещается в окне.



Теперь выберите вновь точку, которую вы хотели бы увидеть подробнее, вызовите меню подрежимов и отпустите правую клавишу на пункте «масштаб». Вы увидите меню масштабов от 1:8 до 8:1. Выберите какой-нибудь масштаб, например, 1:1, и щелкните (левую) мышью. Вы увидите точку подробно. Это дает вам возможность увеличивать снимок за один раз, без многократных нажатий мыши. Потренируйтесь с такими переключениями. Обратите внимание на то, что около одного из масштабов – того, в котором снимок выводится в данный момент – стоит точка. Это, в частности, дает вам возможность узнать, в каком увеличении вы находитесь.

Переключитесь 10-15 раз в режим «полностью», «дальше», выбирайте различный «масштаб», щелкайте левую клавишу мыши для приближения в два раза. Теперь переключитесь, например, в масштаб 1:1, выберите какую-нибудь точку на краю изображения, которую вы хотели бы увидеть в центре, подведите курсор мыши к этой точке и прижмите левую клавишу мыши на этой точке, но не отпускайте. Двигайте курсор мыши, не отпуская левую клавишу (стиль «drag and drop») к центру изображения. Вместе с курсором должно двигаться и изображение. Курсор при этом рисуется в виде руки (сдвигающей снимок). Сдвиньте снимок 5-10 раз в различных направлениях на различные расстояния и под разными углами.

Другим способом двигать снимок является нажатие слайдеров в нижнем и правом поле окна снимка. Это производится в обычном для WINDOWS стиле. Нажатие стрелки сдвигает снимок примерно на 10 % размера окна, нажатие в поле слайдера – на 90 %, передвижение слайдера в стиле «drag and drop» также двигает снимок. Испробуйте все эти варианты.

Теперь вернитесь в показ «полностью» и попробуйте в меню подрежимов (вызов его – прижать правую клавишу мыши и не отпускать) вы-

брать пункт «переключиться» и отпустить на нем правую клавишу. Вы увидите меню режимов программы. В стандартном состоянии (без запуска каких-либо задач) оно состоит из режимов «вид», «линейка», «точки на снимке», «область на снимке» и «карта». Выберите режим «точки».



Подведите курсор мыши к какой-нибудь точке на изображении снимка и щелкните левую клавишу мыши. В этой точке появилась «точка», т.е. крестик зеленого цвета. Поставьте еще две-три точки в других местах изображения в том же стиле. Теперь попробуйте другой стиль – вместо того, чтобы щелкать мышью, прижмите левую клавишу в произвольном пустом месте снимка («пустом» означает не на одной из поставленных ранее точек) и, не отпуская ее, передвиньте курсор, который стал теперь зеленым крестиком, в желаемую точку и отпустите клавишу (стиль «drag and drop»). Прodelайте так несколько раз. Поставьте серию точек в первом и во втором стиле, чтобы овладеть ими.

Теперь осваиваем сдвиг ранее поставленной точки. Подведите курсор к одной из зеленых точек так, чтобы точка попала в квадрат курсора. Щелкните левую клавишу. Точка стала малиновой, т.е. активной. После этого, по-прежнему находясь в той же позиции, прижмите левую клавишу и двигаете точку точно так же, как вы ставили точки во втором стиле (стиль «drag and drop»). Прodelайте так несколько раз для разных точек. Обратите внимание на то, что в стиле «drag and drop» двигается только активная, малиновая, точка.

Для того чтобы двигать зеленую точку, следует, как это описано выше, сначала щелкнуть мышью на этой точке и сделать ее тем самым активной, затем уже двигать ее. Иными словами, для захвата и движения не активной, зеленой, точки нужно подвести к ней курсор, нажать его дважды

и после второго нажатия не отпускать. Тогда точка двигается. Это сделано умышленно, для того чтобы вы могли выбирать точки как активные, заведомо не изменяя при этом их положения (позже вы оцените эту возможность). Потренируйтесь выбирать точки как активные, двигать их и ставить новые.

Теперь прижмите правую клавишу и не отпускайте ее в любом месте снимка. Как и в любом другом режиме, вы видите перед собой меню подрежимов, начинающееся с пункта «переключиться». Выберите пункт «удалить активную точку» и отпустите на нем правую клавишу. Та точка, которая была активной (малиновой), удалена со снимка. Активной точки теперь нет – все точки зеленого цвета. Для того чтобы удалить какую-нибудь из зеленых точек, следует сначала сделать ее активной. Это действие вы должны помнить – для него следует щелкнуть левую клавишу мыши, поймав в квадрат курсора желаемую точку. Потренируйтесь удалять точки, предварительно выбирая их как активные. Впрочем, удалять активную точку можно и по кнопке «Delete» на клавиатуре (если вы не меняли настройки «горячих клавиш»).

Теперь проверьте, как работает пункт меню подрежимов «отменить активность точки». После его выбора (т.е. отпуска правой клавиши мыши на нем) ни одна из точек не является активной. Для выбора активной точки следует щелкнуть левую мышь на ней. Отмена активности понадобится в некоторых случаях при дальнейшей работе. Обратите внимание, что при нажатии правой клавиши еще раз после отмены активности точки меню подрежимов содержит меньше пунктов, чем при наличии активной точки. Это естественно, так как пункты, относящиеся к активной точке, не нужны, если активной точки нет.

Теперь потренируйтесь переключаться из режима в режим. Прижмите правую клавишу мыши и, выбрав пункт «переключиться», отпустите ее. После этого в появившемся меню выберите пункт «вид». Точно также переключитесь назад в «точки». Обратите внимание на то, что курсор выглядит по-разному в этих режимах. Так можно узнавать, в каком режиме мы находимся.

Посмотрите теперь на верхнюю панель программы. На ней вы увидите кнопки  и . Во всплывающей подсказке к первой из них написано «Вид», к другой – «Точки». Когда включен режим «Вид», продавлены обе эти кнопки, в режиме «Точки» – только вторая. Если, находясь в режиме «Точки», продавить кнопку «Вид», то мы переключимся в режим «Вид». Обратите внимание, что кнопка «Точки» при этом остается утопленной. Это значит, что «Точки» сейчас – основной режим работы, из которого можно временно переключаться в режим работы «Вид». Отжимая кнопку «Вид» (или щелкая по продавленной кнопке «Точки» – при этом

отжимается кнопка «Вид»), мы возвращаемся в основной режим работы «Точки».

Попробуйте сделать это несколько раз. Это другой способ переходить из режима в режим. Для переключения попеременно в «вид» и «точки» удобно использовать эти две кнопки.

Кнопка активного режима утоплена, это является еще одним показателем, в каком режиме мы находимся. На панели всегда будет продавлена кнопка последнего из основных режимов, в котором велась работа, и, возможно, еще кнопка «вид».

Теперь попробуйте проделать следующие действия. Выберите какую-нибудь точку и, приближаясь к ней, т.е. увеличивая изображение в несколько раз с центром в этой точке, отредактируйте ее положение, т.е. установите ее на какой-нибудь четкий контур на местности. Естественно, для приближения вам придется переключаться в режим «вид», а для редактирования точки – в режим «точки». Если вы забыли, как следует производить увеличение или редактирование, вернитесь к началу урока и проделайте все еще раз.

Верните снимок в положение «полностью». Отредактируйте положение еще одной точки. Прделайте это многократно для разных точек. Для переключения режимов пользуйтесь попеременно всеми указанными способами – выбором кнопок «вид» и «точки» на верхней панели, выбором режима после нажатия правой клавиши мыши и отпуска ее на пункте «переключиться». Выберите для себя на будущее наилучший способ. Обычно это выбор одной из кнопок на верхней панели, но при работе в нижней части снимка иногда неприятно постоянно двигать курсор мыши (и взгляд) на верхнюю панель, тогда лучше пользоваться правой клавишей.

Верните снимок в положение «полностью», перейдите в режим «точки», сделайте одну из точек активной, вызовите меню подрежимов и отпустите правую клавишу на пункте «удалить все точки на фото». Все точки исчезли. Вернитесь в режим «вид». Кстати, рекомендуем всегда возвращаться в этот режим по окончании каких-либо действий с программой. Это единственный безопасный режим. Находясь в нем, вы не можете ничего изменить в проекте – поставить точки, области и т.п. Находясь в остальных режимах, вы можете что-нибудь испортить в проекте.

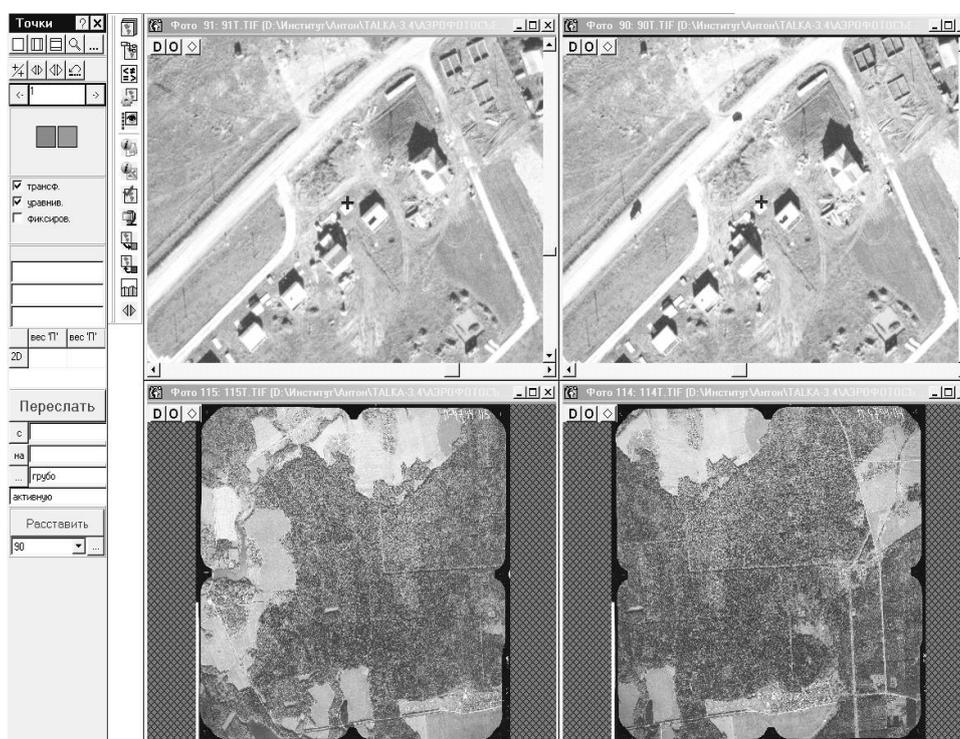
## **2.5. Режим работы «точки» на нескольких снимках**

Откройте теперь четыре снимка, расположенных по два в двух соседних маршрутах, т.е. представляющих собой две стереопары снимков, одну под другой. Это легко сделать с помощью «Окна – Снимки (страничка «схема») – выбор четырех снимков 91, 90, 115 и 114 – Принять». Переключитесь в режим «Точки». Обратите внимание на панель «Точки», от-

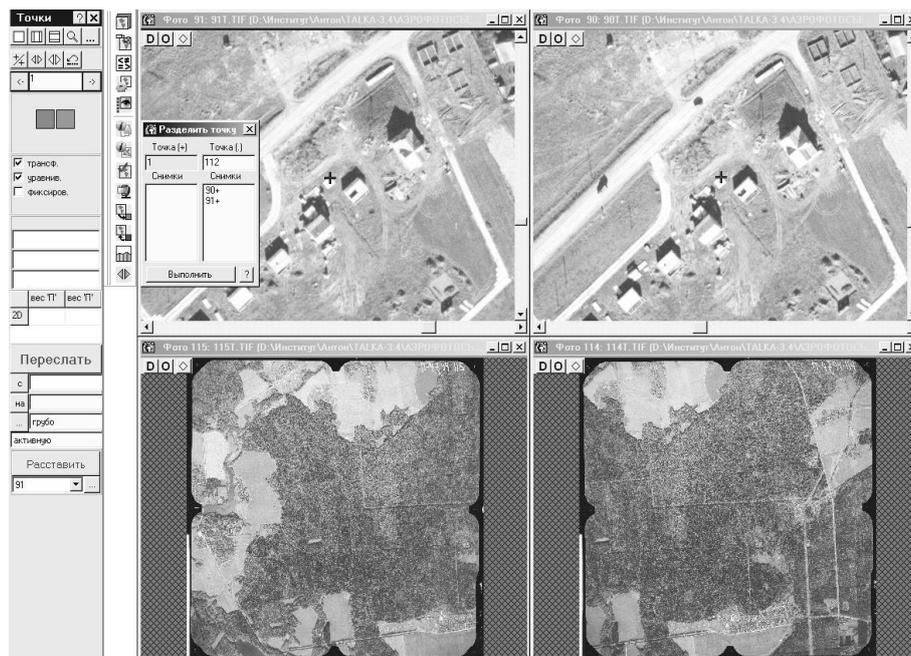
крывающуюся при этом в левой части главного окна (если раньше эта панель была закрыта).

Поставьте сначала точку на левом верхнем снимке в зоне перекрытия стереопары. Она сейчас является активной, малиновой. Передвиньте курсор на правый снимок верхней стереопары и поставьте на нем точку, соответствующую той же точке местности. Сделать это можно как в первом, так и во втором стиле установки точки (см. подраздел 2.5). Второй стиль – прижать курсор и двигать точку, а затем отпустить курсор – здесь, по-видимому, является более удобным.

Обратите внимание, что точка на первом снимке стала не зеленой и не малиновой (активной является сейчас точка, поставленная на втором снимке), а красной.



Это означает, что точка соответствует активной и имеет тот же номер. Этот номер вы видите в панели точек слева. Естественно, номер по умолчанию равен 1. Если вы хотите сменить номер на другой, нажмите кнопку «+ / +» справа от номера точки в панели точек. В появившемся меню наберите номер, например, 112, нажмите «Выполнить». Проведите это, чтобы обучиться данной операции.



Поставьте теперь новую точку на снимке 91 и соответствующую ей на 90. Попробуйте действовать наоборот – поставьте точку на 90 и соответствующую ей на 91. Прделайте так несколько раз. Теперь найдите глазами точку, которая видна на всех четырех снимках. Установите в нее точку на снимке 91, а затем поставьте соответствующие точки на трех остальных. Все они указывают на одну и ту же точку местности, поэтому все имеют красный цвет, а одна из них – малиновый.



Теперь разыграем типичную ошибку оператора. Поставьте точку на снимке 91 в правой верхней его четверти. Укажите соответствующую точ-

ку на снимке 90. Они «завязаны», то есть отражают одну и ту же точку на местности и имеют один и тот же номер, установите его равным 1112. Поставьте теперь «новую» точку в правой нижней четверти снимка 115. **Внимание!** Она «завязалась» с точкой с номером 1112. Она показывается красным цветом, ранее поставленная пара точек на верхних снимках – тоже. Как это произошло, как этого избежать и как исправить неверную ситуацию?

Это произошло из-за того, что программа автоматически завязывает новую точку на новом снимке с уже активной на другом снимке (если, конечно, на этом новом снимке нет точки, ранее завязанной с номером 1112). Это и давало вам возможность до сих пор так легко работать.

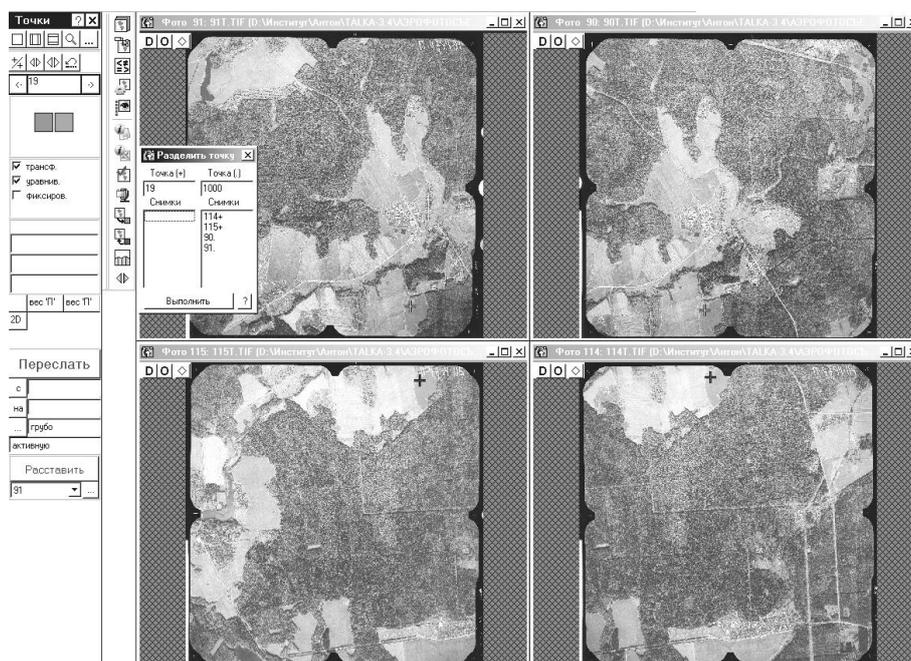
Как этого избежать, если вы не хотите указывать ту же точку местности, а желаете поставить новую точку? Для этого следует предварительно, до простановки точки, нажать правую клавишу и выбрать пункт «отменить активность точки». Тогда никакая точка не будет активной и не завяжется с вновь поставленной точкой в одну. Другой способ избежать неправильного объединения точек – выбрать сначала какую-нибудь точку на левом нижнем снимке как активную (щелчком мыши на этой точке), а потом уже ставить новую. Испробуйте оба способа.

Исправить же неверную ситуацию проще всего, прижав правую клавишу и отпустив ее на пункте «удалить активную точку». Имеется и другой способ. Нажав кнопку «+ / +», вы увидите в левой половине окна номер точки 1112, а в правой – номер гипотетической новой точки, например, 17, и номера снимков, на которых была точка 1112 – 91, 90 и 115. Щелкните мышью на надписи 91 и 90. Они перебросилась под номер 1112 в левую половину. Нажмите «Выполнить».



Точка «развязана», т.е. теперь вы имеете две разных точки местности, с номером 1112 на снимках 90 и 91 и с номером 17 на снимке 115. Этим способом можно разбить точку, указанную на шести снимках, на две точки, каждая из которых на трех снимках, или на три точки и т.д. Потренируйтесь выполнять такие действия.

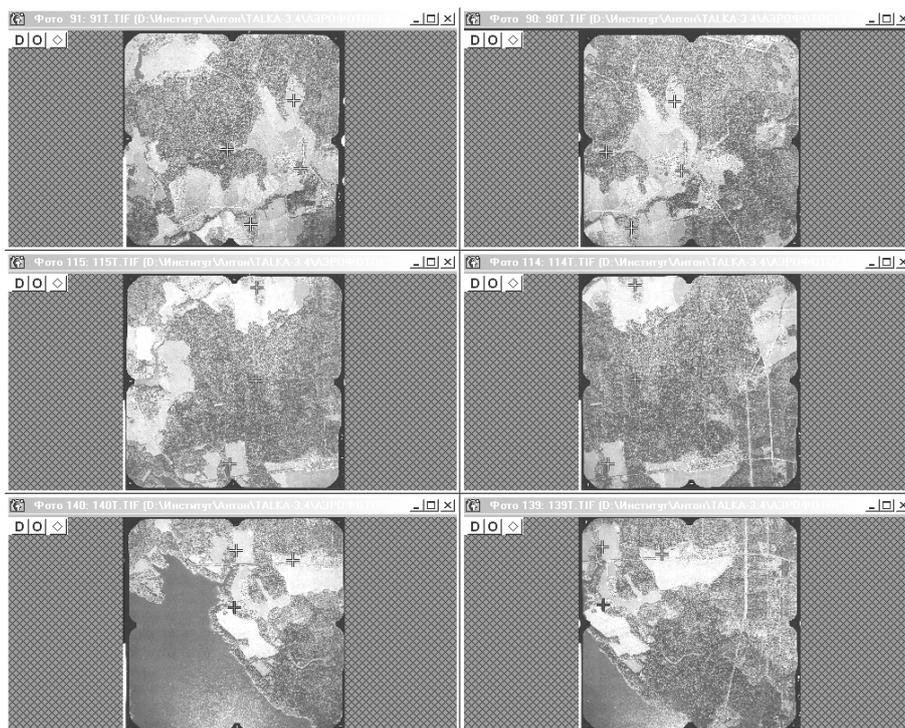
Теперь рассмотрим еще одно применение кнопки «+ / +». Попробуем выполнить обратное действие – завязать точки с разными номерами в одну. Поставьте точку в правом нижнем углу снимка 91, соответствующую ей точку – на 90. Запомните номер этой точки или смените его на номер 1000. Теперь на снимке 115 прижмите правую мышь и отпустите на пункте «отменить активность точки». Поставьте на 115 снимке точку, соответствующую точке 1000 по местности, и укажите соответствующую точку на снимке 114. Она приняла другой номер, например, 19. Нажмем кнопку «+ / +», видим в правой половине номер новой точки, например, 20, и снимки 115 и 114 под ним, а слева – номер 19. Наберите в правой половине вместо 20 номер 1000. Вы видите слева под номером 19 снимки 115 и 114, справа под номером 1000 – снимки 91 и 90. Нажмите мышь на числах 115 и 114 слева. Они перешли направо. Теперь точка 1000 стоит на четырех снимках. Нажмите «Выполнить».



Испробуйте теперь пункт «удалить точку с номером». Для этого сделайте активной какую-нибудь из ранее поставленных точек, вызовите меню подрежимов и выберите пункт «удалить точку ID=». Номер при этом будет указан конкретный, тот, который имеет данная точка. Прочитайте предупреждение, которое выдала программа. Обратите внимание, что после вашего подтверждения точка удалена на всех снимках, где она была.

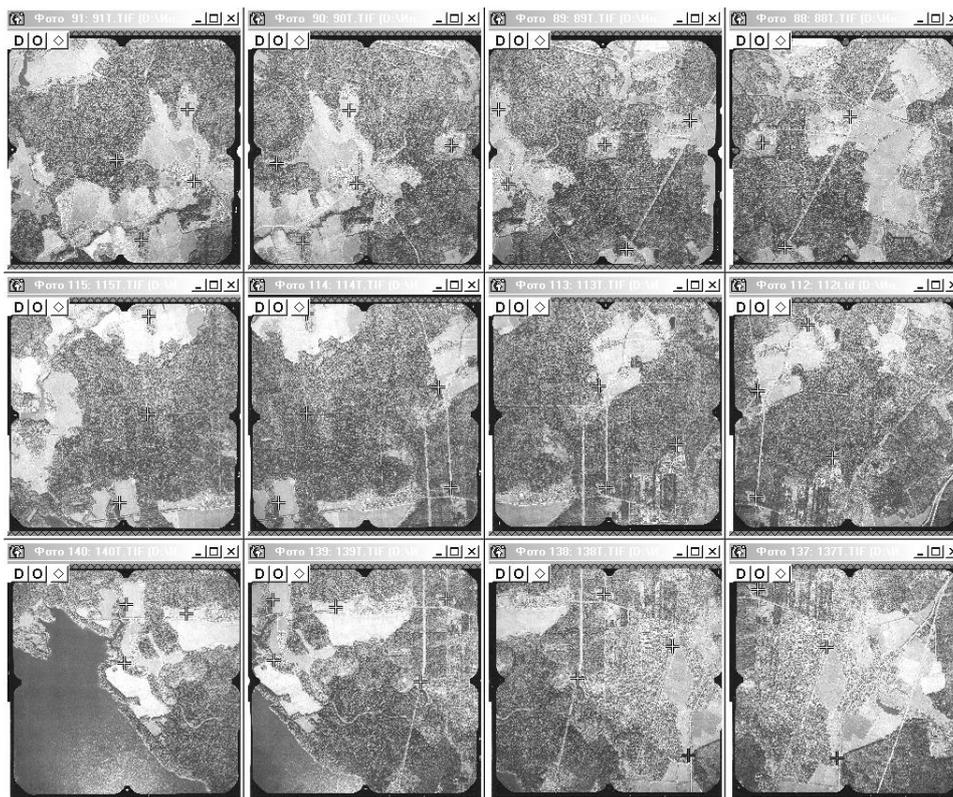
Это отличается от действия «удалить активную точку». Прodelайте оба этих действия многократно для проверки их работы.

Теперь удалите все точки с помощью пункта «удалить все точки на фото» по очереди на каждом из четырех снимков. Откройте шесть снимков, по два из каждого маршрута. Поставьте серию точек, каждая из которых имеет изображения на одном, двух, трех, четырех, пяти и шести снимках. Постарайтесь выбрать не менее 20 таких точек с разным количеством изображений на снимках.



Теперь выбирайте их по одной щелчком на каждой из них, просматривайте их изображения на всех снимках – они имеют красный цвет – и следите, нет ли у вас ошибок завязки точек. Можно просматривать также информацию в окне точек – номер точки, на скольких она снимках и т.д.

Откройте теперь следующую шестерку снимков, имеющую общую четверку с предыдущей шестеркой. Перенесите уже имеющиеся точки на новые снимки. Это делается так: сначала выберите какую-нибудь точку (как уже говорилось, щелчком на этой точке). Теперь устанавливайте соответствующую ей на новом снимке. Поставьте еще серию общих точек. Старайтесь не делать неправильных завязок.



Можете теперь осуществить приближение к некоторым точкам с помощью переключения в режим «вид» так, как вы научились на предыдущем уроке, и отредактировать положение точки. Сделать это стоит только для закрепления материала и чтобы удостовериться, что так делать неудобно. Удобно же редактировать положение точек (на фотограмметрическом языке – производить измерения точек) так, как это описано в следующем подразделе. То, что мы учились делать до сих пор, называется созданием технического проекта расположения точек.

## 2.6. Пробеги по точкам

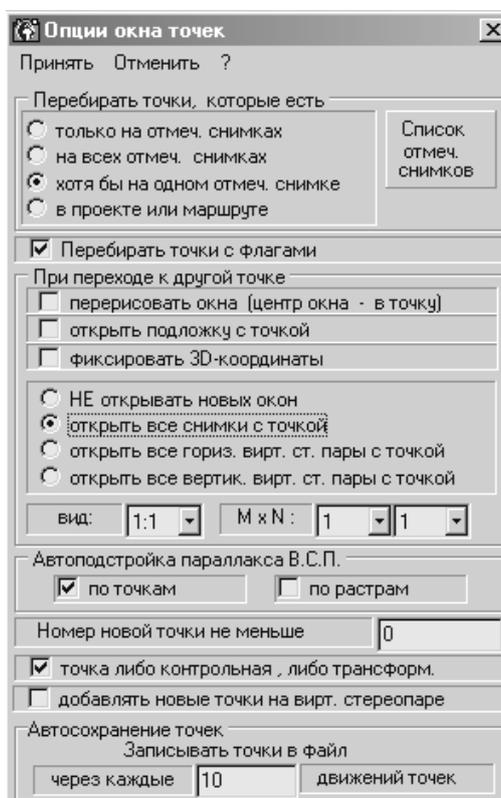
В программе содержится мощный инструмент, помогающий измерять точки, т.е. устанавливать их на четкие контура и указывать одну и ту же точку местности на разных снимках. Этот инструмент дает «панель точек», уже открытая на предыдущем уроке. Она позволяет кроме просмотра информации, который мы уже освоили, выводить на экран абрисы точек в заданном увеличении.

Пробегать при этом можно по точкам данного снимка, данного маршрута, точкам с данными флагами (например, по опорным точкам), общим точкам двух снимков, открывать при этом только эти снимки или же абрисы на всех снимках, где данная точка встречается и т.д.

На предыдущем уроке в процессе обучения вы получили достаточно много точек, имеющих изображения на разных снимках. Если нет, вам

следует вернуться к предыдущему уроку и поставить достаточно много (50-100) точек на всех снимках так, чтобы некоторые из них имели изображения на двух, трех, четырех, пяти и шести снимках. Теперь постараемся освоить пробег по точкам.

«Панель точек – Настройки» (кнопка ). *Открылось окно.* «Список отмеченных снимков» (*открылось стандартное окно выбора группы снимков, все снимки отмечены*). «Отметить – все/ничего» (кнопка ). Снимите отметку со всех снимков, выберите щелчком мыши один из снимков, нажмите кнопку «Принять» на верхней панели (*окно выбора снимков закрылось*). Выбрать «хотя бы на одном снимке» в поле «перебирать точки, которые есть», установить переключатель «Открыть все снимки с точкой», «Принять» в верхней части окна (*окно закрылось*).



Теперь в панели точек в поле ввода между двумя кнопками со стрелочками сотрите имеющийся в нем номер точки (выход на «никакую» точку). Теперь нажмите стрелку справа от поля с номером точки (это поле сейчас пустое). В поле появился номер точки (имеющей наименьший номер), на экране открылись окна всех снимков, на которых эта точка имеет изображения, в увеличении «1:1». Отредактируйте положение всех изображений точки так, чтобы они представляли собой одну и ту же точку местности, расположенную на четком контуре. Редактирование было освоено вами в предыдущих разделах.

Теперь нажмите стрелку справа от поля с номером точки еще раз. Прodelайте ту же операцию и для этой точки. Если вы не видите вблизи от точки четкого контура, следует удалиться и рассмотреть снимки в более мелком масштабе. Для этого пользуйтесь кнопкой «вид» наверху панели точек. Это – временное изменение масштаба, после двойного нажатия левой кнопки мыши в поле с номером точки или после перехода к следующей точке увеличение опять вернется в масштаб «1:1».

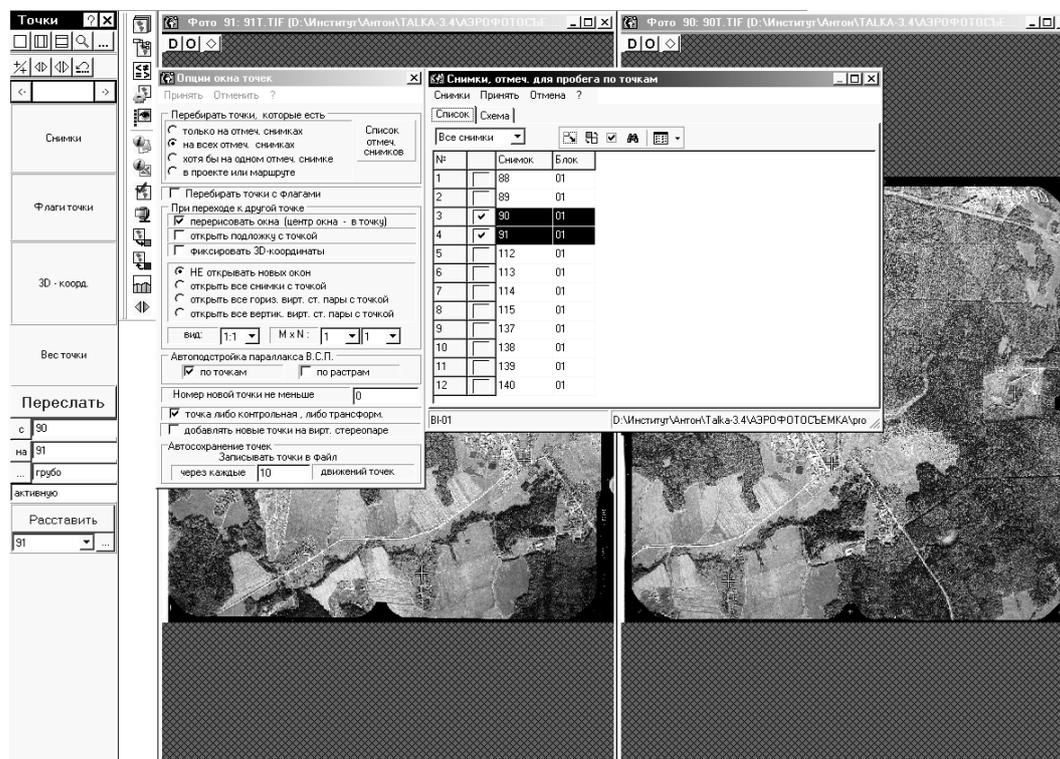
Пробегитесь по всем точкам до тех пор, пока нажатие на правую стрелку не приведет к перерисовке одной и той же точки. Эта точка – последняя из нанесенных вами на данном снимке. Вы осуществили пробег по точкам данного снимка. Вернитесь в «Настройки», установите «вид» «4:1» и пробегитесь по точкам еще раз. Для этого можно либо пользоваться левой стрелкой – для того чтобы пробегать точки в обратном порядке – либо опять выйти на «никакую точку» (см. выше) и пробегать точки по правой стрелке. На этом пробеге ваша задача – провести окончательное измерение точек, т.е. установку всех изображений каждой точки на одну и ту же точку местности с максимальной точностью.

Далее «Панель точек – Настройки» (*открылось окно*), «Список отмеченных снимков» (*открылось стандартное окно выбора группы снимков*). «Отметить – ничего». Выберите щелчком мыши два соседних снимка какого-нибудь маршрута. Нажмите кнопку «Принять» на верхней панели (*окно выбора снимков закрылось*). Продавите кнопку «на всех отмеченных снимках» в поле «перебирать точки, которые есть». Установите переключатель «Открыть все снимки с точкой», «Принять» в верхней части окна (*окно закрылось*).

Пробегитесь по точкам так, как вы делали это раньше. Вы видите на экране последовательно абрисы только тех точек, изображение которых имеется и на первом, и на втором снимке. Открываются же при этом окна всех снимков, на которых есть данная точка. Теперь вы понимаете разницу между «хотя бы для одного снимка» и «на всех отмеченных снимках», если выбраны два снимка. Если выбран только один снимок, то разницы нет. При обычной работе оператора, особенно в первое время, переключатель «Открыть все снимки с точкой» всегда должен быть установлен. Другие положения переключателя («Не открывать новых окон», «Открыть гориз./вертик. виртуальные стереопары») служат нуждам более опытных операторов. Флаги «Перебирать точки с флагами», «При переходе к другой точке перерисовывать окна (центр окна – в точку)», «Открыть подложку с точкой» и «Фиксировать 3D-координаты» можно держать выключенными.

Тем не менее испробуем работу флагов на примере. Откройте окна двух снимков (91 и 90). В настройках панели точек (список отмеченных снимков) отметьте эти два снимка. Продавите кнопку «на всех отмеченных снимках». Флаг «перерисовывать окна с точкой» включите, и установите

переключатель «Не открывать новых окон». Тогда при пробеге будут перерисовываться только те окна, которые уже есть на экране, новые открываться не будут.

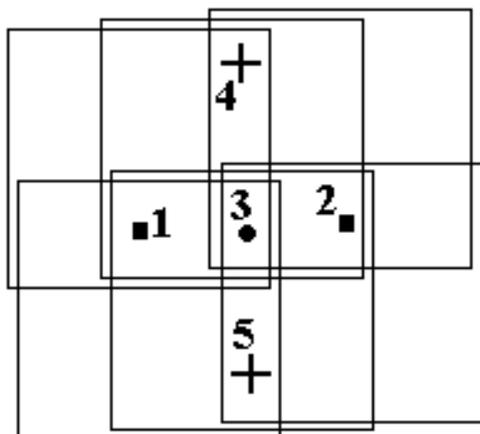


Попробуйте теперь вернуться в «Настройки», выбрать «в проекте или маршруте» и набрать цифру «1» рядом с этим полем. Если выбрана цифра «0», вы просто пробегите по всем точкам проекта. Единица означает, что вы будете пробегать по точкам первого маршрута. Попробуйте проделать это. Будут ли при этом открываться окна изображений точек в других маршрутах? Это зависит от флагов. При включенном переключателе «открыть все снимки с точкой» – будут. Но точки при этом будут перебираться только те, которые имеют изображения на снимках первого маршрута.

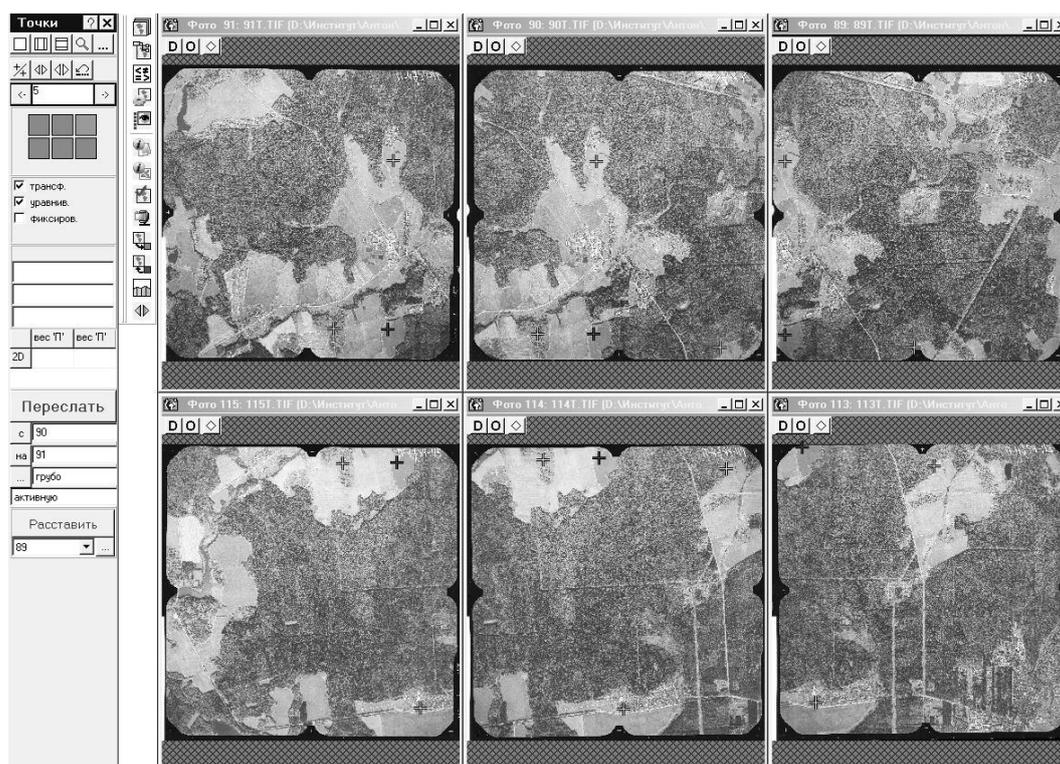
## 2.7. Автоматический пересчет точек

Сотрите все точки. Это делается так: откройте все снимки сразу, перейдите в режим «точки», на каждом из снимков прижмите правую клавишу и выберите «удалить все точки на фото».

Поставьте теперь по две общих точки у каждой пары пересекающихся снимков, стараясь получить шестерные, пятерные, четверные, тройные точки. Всего таких точек достаточно набрать пять, если расположить их так, как показано на рисунке ниже, но можно поставить и две-три дополнительных.



Здесь круглая точка – шестерная, квадратные – четверные, прямые кресты – тройные. Точкам даны условные номера, ниже мы будем на них ссылаться. Пробегом по точкам в увеличении «1:1» установите точки на близлежащие четкие контура. Будем считать, что шесть открытых снимков – это 91, 90, 89 и 115, 114, 113.

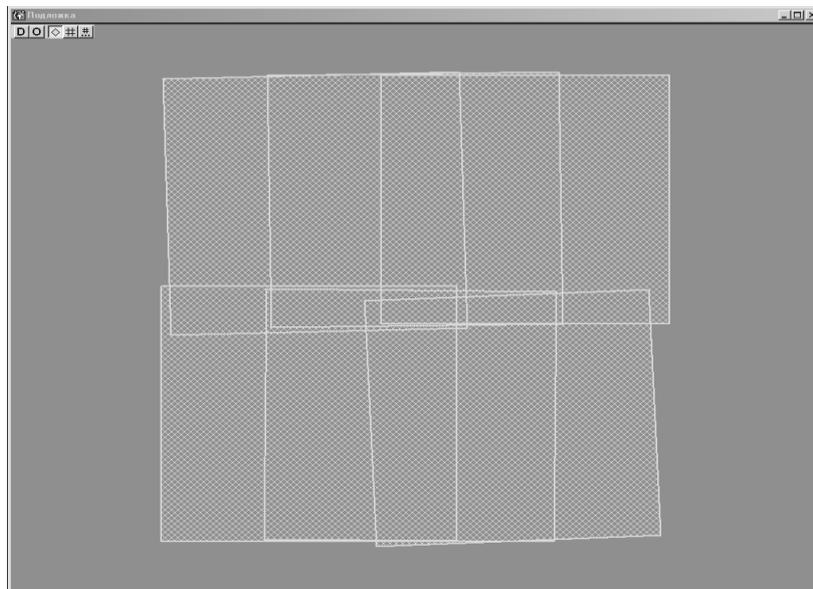


«Задача – ориентирование снимков – положение рамок» (открылось окно). Файл – Расчет (кнопка ). Появились невязки в таблице невязок. Если невязки не более 20 м (100 пикселей), то все в порядке.

id	уравнив...	delta	Xdelta	Ydelta	№ фото	кол-во с...
5	+	5.415	-5.082	-1.870	113	6
6	+	5.254	3.407	4.000	113	4
2	+	2.710	1.675	-2.130	113	3
4	+	2.326	-2.278	0.468	90	4
3	+	0.665	0.603	-0.281	90	3

\* Среднее Delta = 3.745029  
 Среднее XDelta = 3.026274  
 Среднее YDelta = 2.206108

Если нет, ищите грубые ошибки в расстановке точек визуально пробегом по точкам. Закройте окно расчета рамок. Для визуального контроля откройте подложку с помощью «Окна – Подложка».



Если рамки снимков лежат нормально, вы не сделали грубых ошибок в первичной расстановке точек. Закройте окно подложки.

На панели точек (ее нужно все время держать открытой) в полях ниже кнопки «Переслать» выберите параметры «быстрый», «активную точку». Повторите пробег по точкам (при опциях «по всему проекту») в увеличении «4:1», для каждой из них попробуйте пересчитать точку с одного из снимков, расположенного в центре, на соседние снимки. Каждый раз за-

ранее намечайте глазами место, куда должна подвинуться точка, после работы автомата проверяйте его.

Если автоматическая установка точки совпадает с вашим мнением, точка установлена хорошо. В противном случае следует корректировать действия автомата. Пересчитываются точки по кнопке с красной надписью «Переслать» на панели точек. Прежде чем нажимать эту кнопку, обратите внимание, с какого снимка и на какой вы пересчитываете. Сменить номер снимка можно либо выбором номера снимка – выпадающий список при щелчке в поле с номером либо визуально, переведя мышь в поле окна снимка (чтобы сделать его активным), затем, прижав правую кнопку мыши, перевести курсор в панель «Точки» (при этом снимок не теряет активность) и нажать кнопку «С». Аналогично другой снимок сделать активным и выбрать «На». Обязательно испытайте оба способа.

Подробнее: точка 1 (*открылись окна 91, 90, 115 и 114*), установили точку на снимке 115 на четкий контур, около кнопки «С» в списке выбрали снимок 115, около кнопки «На» в списке выбрали снимок 114, нажали «Переслать». Если нет сообщения «не найдены пары для точки», то точка на окне 114 сдвинулась. Если ее положение правильно, продолжаем. Перевели курсор в поле окна 91 (сделали его активным), нажали кнопку «На» (*около нее появился номер 91*), нажали «Переслать». Если нет сообщения «не найдены пары для точки», то точка на окне 91 сдвинулась. Если ее положение правильно, продолжаем. Щелкнули мышкой в верхнюю панель окна 90, нажали кнопку «На», нажали «Переслать».

Если же после любого из нажатий есть сообщение о невозможности пересчитать или же программа пересчитывает точку неправильно, можно принять одно из двух решений: сдвинуть точку на близлежащий четкий контур и продолжить пересчет в том же стиле, либо взять управление на себя и установить точку вручную, без применения автоматического пересчета. Первый способ предпочтительнее.

При сдвиге точки на близлежащий контур пользуйтесь клавишей «Shift». При нажатии этой клавиши двигаются активная (малиновая) точка и точки, соответствующие ей на всех открытых снимках (красные).

Для точки 3 лучше посылать ее с одного из средних снимков – например, 114 – на все остальные. Можно посылать сразу на «все снимки», но тогда труднее отслеживать результат. Аналогично действуем для других точек.

После пробега по всем пяти точкам запустите еще раз функцию «Задача – Ориентирование снимков – Положение рамок» с тем же контролем, как описано выше. «Окна – Снимки» – выбор всех шести снимков – «Открыть окна». Поставьте вручную 20-30 точек на снимке 114. Точки следует равномерно рассеять по снимку. Даже в таком увеличении вы можете приблизительно указать зоны, где вы надеетесь найти четкие контура.

«Панель точек – переслать». Параметры «грубый», «непарные точки». Параметр «С» должен указывать на снимок 114, параметр «На» – на 90. Нажмите кнопку «Переслать». Теперь смените «На» на 89 и повторите расчет. Сменяя «На» на снимки 91, 115, 113, повторите пересчет. Каждый раз визуально контролируйте результат. Точки, попавшие за границы снимка (за границы растра они не попадут – программа не пропустит), следует удалить.

Дополните снимок 90 (верхнюю часть) точками до равномерной расстановки. Перешлите тем же методом точки с него влево и вправо. Поставьте точки на снимке 91 в зоне перекрытия со снимком 115 (левая нижняя часть). Пересчитайте их на снимок 115. Аналогично поставьте точки на снимке 89 в зоне перекрытия со снимком 113 (правая нижняя часть). Пересчитайте их на снимок 113.

Таким образом, технический проект расстановки точек закончен. Просмотрите его, внесите поправки и добавления, если необходимо. Теперь пробегом по точкам всего проекта в увеличении «1:1» поставьте точки на четкие контура. Это придется делать вручную. При сдвиге точки на близлежащий контур пользуйтесь клавишей «Shift». При нажатии этой клавиши двигаются активная (малиновая) точка и точки, соответствующие ей на всех открытых снимках (красные).

Далее пробегом в увеличении «4:1» уточните положение точек (проведите измерения). При пересчетах точек пользуйтесь методом «быстрый», «активную точку» в точности так, как описано выше при расстановке первичных пяти точек. Контролируйте результаты работы автомата. По окончании этого процесса измерения точек сделаны.

## **2.8. Расстановка координатных меток на снимках**

«Окна – Снимки» – выбор первого из снимков проекта (например, номер 91), «Принять» (*открылось окно снимка*). «Задача – КМ» (*открылось окно*). Передвиньте это окно в удобное для вас место на экране, слева от снимка.

В режиме «Вид» прижмите, находясь в поле снимка, правую кнопку мыши. В появившемся на экране меню подрежимов выберите «переключиться» и отпустите правую клавишу, затем щелчком левой клавиши выберите «Координатные метки снимка».



В окне КМ нажмите кнопку (1, 1). Кнопка обведена рамочкой. Переводим курсор в поле снимка и ставим метку (1, 1) на снимке (в левом верхнем углу). Появился красный крестик с надписью «К».

Кнопка «Масштаб»  в окне задачи «КМ» – выбор «2:1» – флаг  рядом с кнопкой «Масштаб» включить. Нажатие на кнопку номера КМ (1, 1). Появилось крупное изображение соответствующей координатной метки. Установите КМ точнее. Таким же образом установите КМ (2, 1).

Переключитесь в режим «вид», вид «полностью». Запустить процедуру «КМ – Расставить КМ» на верхней панели окна КМ, включить оба флага в появившемся окне, переключатель «Для текущего снимка», нажать «Принять».



Ждать конца процедуры. КМ (8 штук) должны расположиться в правильных местах на краю снимка. Если это не так, снимите флаг «Координаты (пикс.)» для каждой КМ, начните все сначала (что-то было сделано неправильно).

Переключиться в режим КМ, кнопка «вид» в окне КМ, выбор вида «4:1», нажать кнопку (1, 1), чтобы была выведена метка (1, 1). Переведите курсор мыши в поле снимка, чтобы сделать окно активным. Двигайте КМ стрелками с клавиатуры, если она стоит неправильно. Далее, прижмите клавишу «Shift» и, не отпуская ее, стрелку «вправо» на клавиатуре. Появилась следующая метка (2, 1). Корректируем ее положение стрелками. Переходим к следующей КМ по стрелке «вправо» при прижатой клавише «Shift».

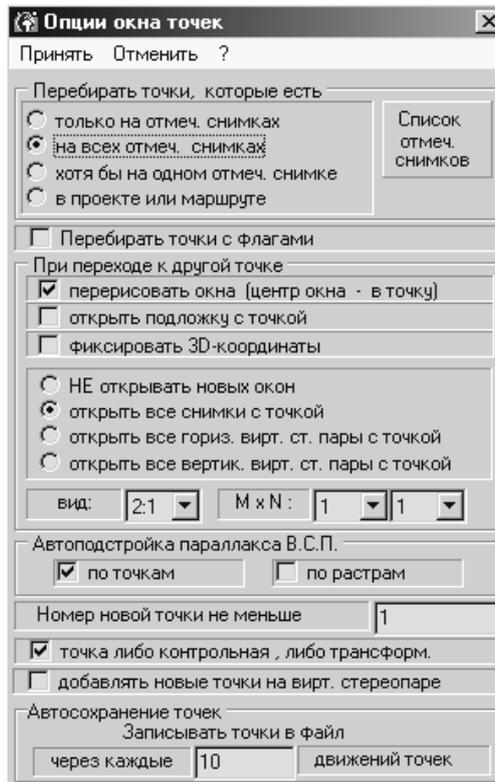
Далее переходим к следующему ряду по стрелке «вниз» при прижатой клавише «Shift». Корректируем КМ стрелками, если необходимо, переходим к КМ влево и т.д. до конца ряда. Затем следующий ряд и т.д. до последней КМ (3, 3).

Если какая-либо КМ на снимке не видна совсем или не опознается надежно, снимаем флаг «Координаты пикс.» в окне КМ – это удаление пиксельных координат КМ, т.е. удаление ее положения на снимке. Если вы хотите восстановить КМ на прежнем месте, просто установите флаг «Координаты пикс.» снова. Рекомендуем проделать это хотя бы для одной КМ для обучения этой процедуре. После удаления пиксельных координат, то есть положения КМ на снимке, перейти к следующей КМ можно нажатием соответствующей кнопки в окне КМ. Далее, сделав окно снимка активным, продолжаем опять с клавиатуры.

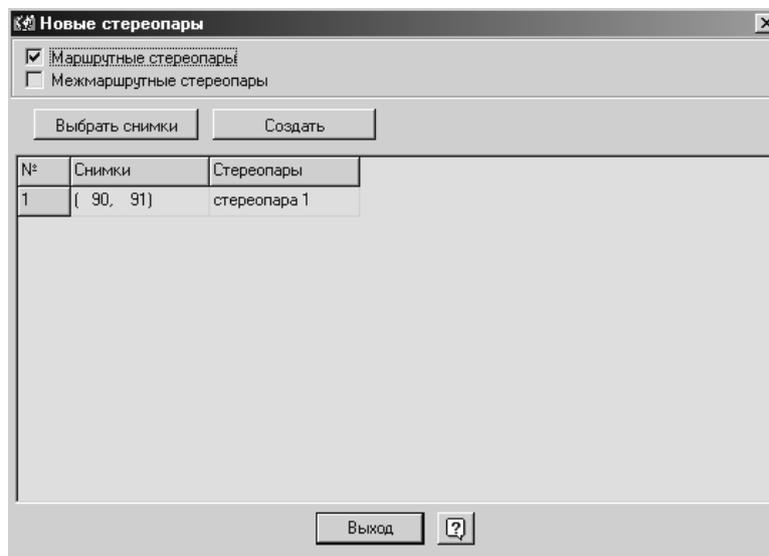
Контроль невязок по КМ производится по кнопке «Рассчитать невязку»  и последующему нажатию кнопки «▶» . Это выход на КМ с наибольшей невязкой. Далее можно проконтролировать несколько следующих по невязке КМ по кнопке «◀» . Обычные цифры невязок в приведенном примере около 0,01 мм. Конечно, если сканирование производилось на бытовом сканере, можно ожидать гораздо большие значения невязки – до 0,3 мм. Если значение невязки 0,4 мм или более, вы неправильно расставили КМ, проверяйте их внимательнее.

## 2.9. Взаимное ориентирование снимков

«Настройки панели точек – переключатель – открыть все снимки с точкой – вид около него 2:1 – Принять» (закрылось окно настроек).



«Окна – Снимки – 91, 90 – Принять», открылись окна снимков. «Стереопара – Создать». Открылось окно «Новые стереопары».



Кнопка «Создать». Объявлена новая стереопара номер 1. Кнопка «Выход». Окно закрылось. «Стереопара – взаимное ориентирование». Поскольку окна именно этой стереопары открыты, вопросов программа не задает, сразу открывает окно взаимного ориентирования для этой стереопары. Кнопка  «Рассчитать». Появились невязки в таблице невязок.

идентиф...	уравнив...	delta	3D	кол-во с...
3	+	0.259		2
5	+	-0.216		2
4	+	-0.147		2
6	+	0.144		2
2	+	-0.027		2
1	+	-0.014		2

x Максимальная (средняя, среднеквадратичная) невязка  
 По уравниваемым точкам: 0.25931 (0.13462, 0.16193)  
 По всем точкам: 0.25931 (0.13462, 0.16193)  
 Всего точек: 6

Выберите единицу измерения невязок «Пиксели» (продавите кнопку **pix**). Если невязка в колонке «Delta» на верхней точке меньше единицы, все хорошо и работа со взаимным ориентированием закончена. Если нет, щелчок мыши по верхней строчке таблицы (*соответствующая точка стала активной, ее номер появился в панели точек*). Щелчок на кнопке  панели точек (абрисы точки выведены крупно на экран на всех фотоснимках, на которых имеются ее изображения).

Проведите коррекцию точки по следующим принципам. Если неверное расположение точки видно сразу, исправьте его вручную. Можно попробовать запустить автоматический пересчет точки, если он не был использован при ее измерении. В любом случае следует изменять положение на снимке 91, левом снимке стереопары, чтобы изменения на правом не повлияли на соседнюю стереопару, если точка на ней присутствует.



После коррекции точки проведите взаимное ориентирование вновь. Если результаты опять неудовлетворительные (больше 1 пикселя), выберите после нажатия «невязки» верхнюю точку и редактируйте ее. Если эта верхняя точка та же самая, что и в прошлый раз, сместите ее на близлежащий четкий контур. Если и эта процедура, повторенная два-три раза, не помогает, остается только открывать снимок в режиме «полностью» и, выбирая последовательно все точки, окружающие данную, записывать их номера. Просмотр этих точек должен затем выявить их согласованную ошибку в одном направлении.

Ни в коем случае не следует идти против совести, т.е. корректировать точку так, чтобы результаты взаимного ориентирования улучшились. Корректировать следует так, чтобы изображения точки на снимках указывали на одну и ту же точку местности как можно лучше. Взаимное ориентирование при этом обязано улучшаться.

Далее объявляем стереопары для снимков 90, 89, затем снимков 89, 88 и снимков двух других маршрутов. Все аналогично, кроме следующих замечаний.

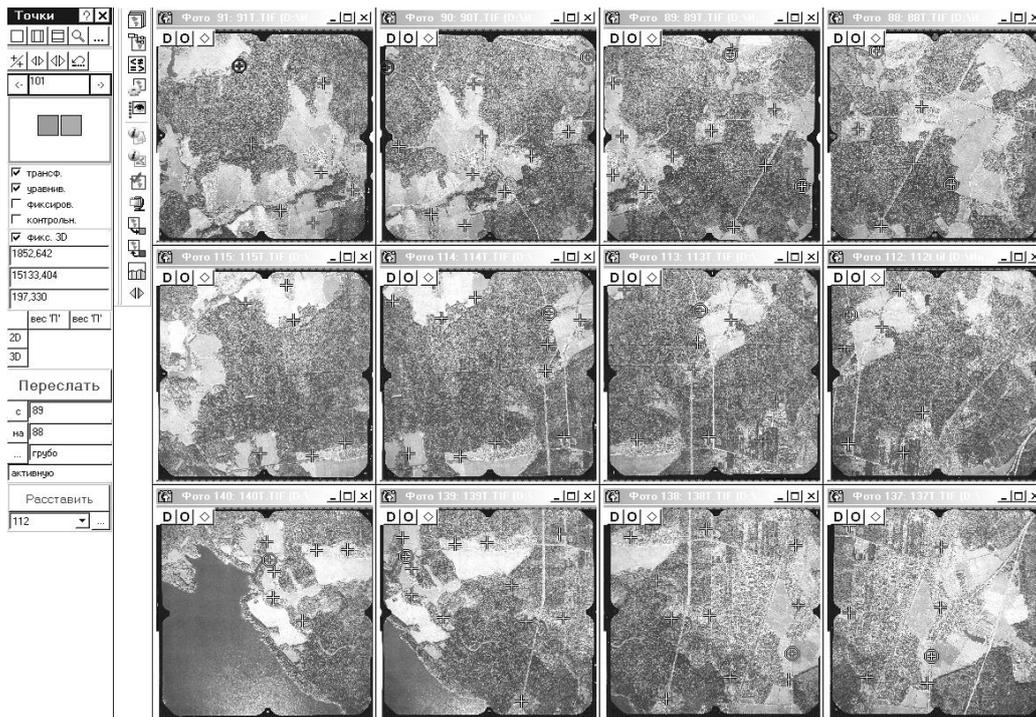
По нажатию «Задача – стереопара – взаимное ориентирование» программа может предложить список стереопар, если в данный момент открыты более двух окон. На страничке «Схема» окна выбора стереопары продавлены кнопки снимков «активной» стереопары, т.е. той, с которой перед этим велась работа.

Если ориентирование стереопар проводится в порядке слева направо по маршруту, то править положение точек в стереопарах нужно на правом снимке, так как точки левого уже уравнены в предыдущих стереопарах. Это не относится, разумеется, к точкам, находящимся только на двух снимках стереопары, их можно смещать как угодно.

Если открыты несколько окон, а вы забыли, с какой стереопарой из них вы работаете, посмотрите на верхние панели окон снимков. На левом снимке стереопары стоит буква L, на правом – буква R.

## **2.10. Блочная фототриангуляция**

До блочной нужно еще нанести на снимки опорные точки. Обычно внесение опорных точек, если они есть на момент начала работы, делают до нанесения связующих точек. Для обучения можно и изменить этот порядок. Наносить опорные точки следует как и все другие, но используя приложенные абрисы точек. Координаты вводятся в окне точек в три средние строки.



Рекомендуем такой стиль: опорная точка наносится на один снимок приблизительно, ей дается уникальный номер (через кнопку), вводятся координаты. Затем по опции «Панель точек – Переслать точки» грубым методом активная точка рассылается на «все снимки». По окончании ввода опорных точек пробегом по ним уточняются их положения. Пробег по опорным точкам осуществляется по установке в настройках панели точек флага «Перебирать точки с флажками» и отключения в появившемся окне флажка «Точки без 3D-координат».

Далее «Задача – ориентирование снимков – положение рамок». *Невязка должна быть не более 50 м, иначе ищите грубые ошибки.*

Внутреннее ориентирование и Положение рамок						
Файл Параметры Вид ?						
R + - pix mm m ↑						
id	уравнив...	delta	Xdelta	Ydelta	№ фото	кол-во с...
102	+	16.741	-15.221	-6.970	90	3
7	+	12.936	-11.081	6.674	90	3
30	+	12.478	12.162	-2.791	139	3
1	+	12.255	12.247	-0.444	90	3
37	+	11.958	11.958	0.013	138	3
9	+	11.889	11.634	2.449	90	2
38	+	11.849	10.174	-6.074	138	3
3	+	11.679	11.474	2.177	90	3
5	+	11.527	11.127	3.010	90	3
13	+	10.864	7.421	-7.934	89	2
101	+	10.488	10.471	-0.596	91	2
14	+	9.601	6.727	-6.850	88	2
103	+	9.084	-6.163	6.674	89	2
25	+	8.585	3.294	7.927	114	2
40	+	8.356	4.621	-6.963	137	2
10	+	7.905	7.771	-1.451	89	2
2	+	7.373	7.288	-1.116	91	2
41	+	7.145	2.706	-6.613	138	2
36	+	6.816	0.608	-6.789	139	2

× Среднее Delta = 7.351470  
 Среднее XDelta = 6.275329  
 Среднее YDelta = 3.829407

«Стереопара – взаимное ориентирование по списку – Список – Отметить все – Расчет». Если невязки неудовлетворительные, вернуться к соответствующим стереопарам и повторить взаимное ориентирование как в предыдущем уроке.

идентиф...	№ левог...	№ право...	максима...	средняя ...	Число ур...
2	89	90	1.174	0.550	7
9	137	138	0.897	0.304	7
6	112	113	0.884	0.546	7
8	138	139	0.868	0.380	6
4	114	115	0.549	0.244	6
5	113	114	0.488	0.296	7
1	90	91	0.356	0.140	7
3	88	89	0.237	0.121	8
7	139	140	0.212	0.098	7

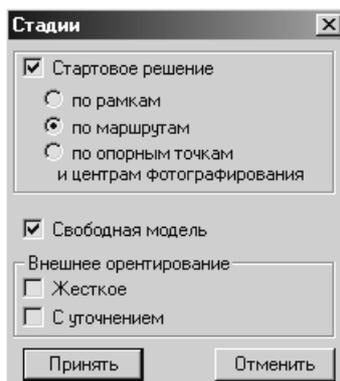
\* Стереопары: всего стереопар - 9, ориентированных стереопар - 9  
 Средняя максимальная (средняя) невязки: 1.17350 (0.29771)

Теперь «Задача – ориентирование снимков – блочная фототриангуляция». *Открылось окно.*

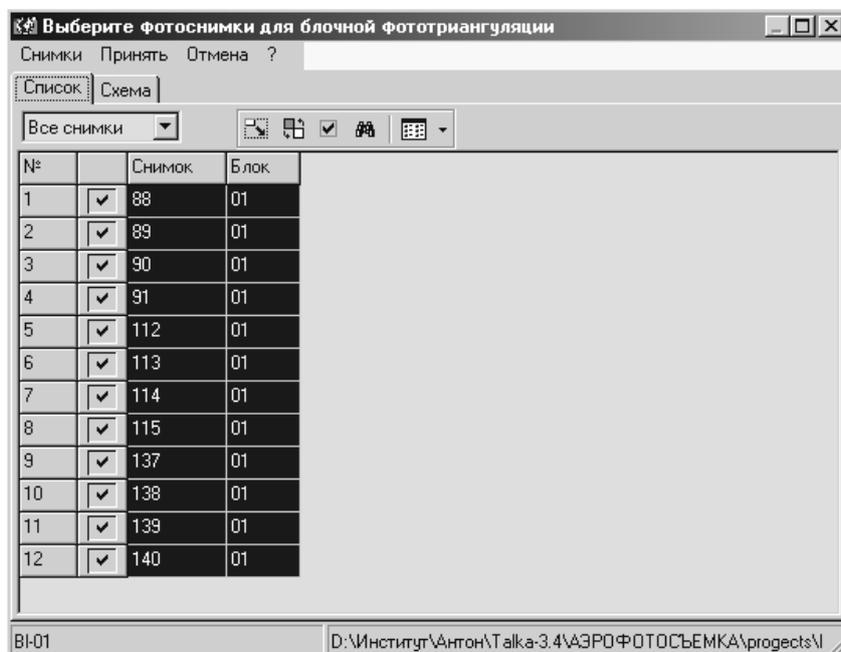
id	уровни...	XYdelta	delta	Xdelta	Ydelta	Zdelta
1	+	0.069	0.075	0.027	-0.064	0.030
43	+	0.067	0.073	-0.003	-0.067	-0.029
102	+	0.066	0.068	0.051	0.042	-0.014
27	+	0.064	0.070	-0.064	0.000	0.029
12	+	0.059	0.060	0.001	0.059	0.010
24	+	0.058	0.058	0.014	-0.056	0.007
28	+	0.058	0.064	0.057	0.002	0.029
101	+	0.051	0.055	-0.000	-0.051	0.021
6	+	0.049	0.055	-0.001	-0.049	-0.025
11	+	0.046	0.047	0.000	0.046	-0.007
104	+	0.039	0.042	0.000	0.039	-0.013
13	+	0.034	0.039	-0.000	0.034	-0.018
18	+	0.033	0.037	-0.033	-0.003	0.016
25	+	0.033	0.036	-0.033	-0.002	-0.015
41	+	0.031	0.034	-0.001	-0.031	-0.013
8	+	0.031	0.031	0.000	0.031	0.003
26	+	0.029	0.029	0.029	0.000	-0.006
33	+	0.027	0.029	0.000	0.027	-0.011

\* Средние по определяемым точкам: delta: 0.112; dx: 0.110; dy: 0.057; dz: 0.022

Кнопка «Параметры – Стадии». *Открылось окно «Стадии».*



Флаг «Стартовое решение» – установить, положение переключателя – «По маршрутам», флаг «Свободная модель» включить, флаги «Внешнее ориентирование» («Жесткое» и «С уточнением») отключить. «Принять» (окно «Стадии» закрылось). Кнопка «Параметры – Список снимков». Открылось окно выбора снимков.



Отметить все снимки (при первом входе в окно они должны быть отмечены все) – «Принять».

Кнопка «расчет»  на панели инструментов. В таблице невязок появились значения невязок. Невязки нужно выводить по определяемым точкам (флаг  на панели инструментов – включить). Проверьте, как работает сортировка таблицы невязок по колонкам – для этого нужно щелкнуть левой кнопкой мыши по кнопке в заголовке колонки. Просмотрите значения невязок в различных единицах - пикселях, миллиметрах снимка и метрах на местности (переключение по кнопкам ). Максимальное значение невязки в колонке **delta** не должно превышать 0,7 м (1,5 пикселя) в рассматриваемом примере.

Блочная фототриангуляция

Файл Параметры Вид ?

pix mm m

id	уравнив...	XYdelta	delta	Xdelta	Ydelta	Zdelta
3	+	0.390	0.392	0.091	0.379	0.033
5	+	0.265	0.272	0.231	0.130	0.060
9	+	0.214	0.214	-0.001	-0.214	0.003
35	+	0.213	0.214	-0.001	0.213	0.012
38	+	0.209	0.214	-0.087	-0.190	-0.045
105	+	0.199	0.206	0.007	0.199	0.054
37	+	0.172	0.173	-0.172	-0.004	0.011
106	+	0.146	0.155	-0.145	0.017	-0.050
39	+	0.144	0.145	0.002	-0.144	0.022
42	+	0.124	0.124	-0.003	-0.124	0.002
23	+	0.117	0.118	0.026	0.114	0.021
21	+	0.114	0.114	0.114	0.005	-0.001
30	+	0.092	0.099	-0.001	0.092	-0.037
17	+	0.086	0.093	0.086	0.004	-0.036
40	+	0.080	0.085	0.001	0.080	-0.029
22	+	0.077	0.077	-0.004	-0.077	0.005
7	+	0.073	0.073	-0.052	0.052	-0.003
1	+	0.069	0.075	0.027	-0.064	0.030

Средние по определяемым точкам: delta: 0.112; dxy: 0.110; dx: 0.057; dy: 0.094; dz: 0.022

Если есть точки, превышающие этот показатель, следует действовать так же, как при работе в окне взаимного ориентирования одной стереопары. Активизировать щелчком мыши соответствующую строчку в таблице невязок. При этом соответствующая точка становится активной, ее номер появляется в панели точек (если панель «Точки» была закрыта, то перед началом корректировки точек нужно ее открыть по кнопке «Окна – Панель «Точки»»). Щелчок на кнопке  панели точек (абрисы точки выведены крупно на экран на всех фотоснимках, на которых имеются ее изображения). Включите флаг «Показывать векторы невязок» в окнах снимков (кнопка  в окне снимка или «Настройки – Показывать в окнах – страница «Снимки»»). Сделайте вид 8:1 в окнах снимков (кнопка  на панели точек). Рассмотрите векторы невязок по активной точке. Здесь так же, как и при взаимном ориентировании, не следует «идти против совести». Если вы согласны с программой, можно сместить активную точку в направлении вектора невязки. Но в целом нужно стремиться к тому, чтобы изображения точки на снимках указывали на одну и ту же точку местности как можно лучше.

После корректировки каждой точки следует обновить таблицу невязок (кнопка «R»); после корректировки нескольких точек следует повторить расчет ориентирования свободной модели. При этом, если получен результат, хотя бы лучше 3 м, нужно перед расчетом отключить флаг «Стадии – Стартовое решение» – при этом текущее ориентирование снимков будет использовано как начальное приближение для расчета.

После того как невязки при расчете свободной модели уложились в допуски, следует сохранить элементы ориентирования снимков в файле.

Файл – Сохранить результаты расчета. *Открылось окно выбора файла.* Набрать имя файла, например, «free». Кнопка «Сохранить». *Окно выбора файла закрылось.*

Параметры – Стадии. *Открылось окно «Стадии».* Флаги «Стартовое решение» и «Свободная модель» – отключить, флаги «Внешнее ориентирование – Жесткое» и «Внешнее ориентирование – С уточнением» – включить. Кнопка «Расчет». По окончании расчета просмотрите значения невязок по опорным точкам и по определяемым точкам, включая кнопки  и  панели инструментов окна «Блочная фототриангуляция». Здесь невязки должны уложиться в 3 пикселя (1,5 м) как по опорным, так и по определяемым точкам.

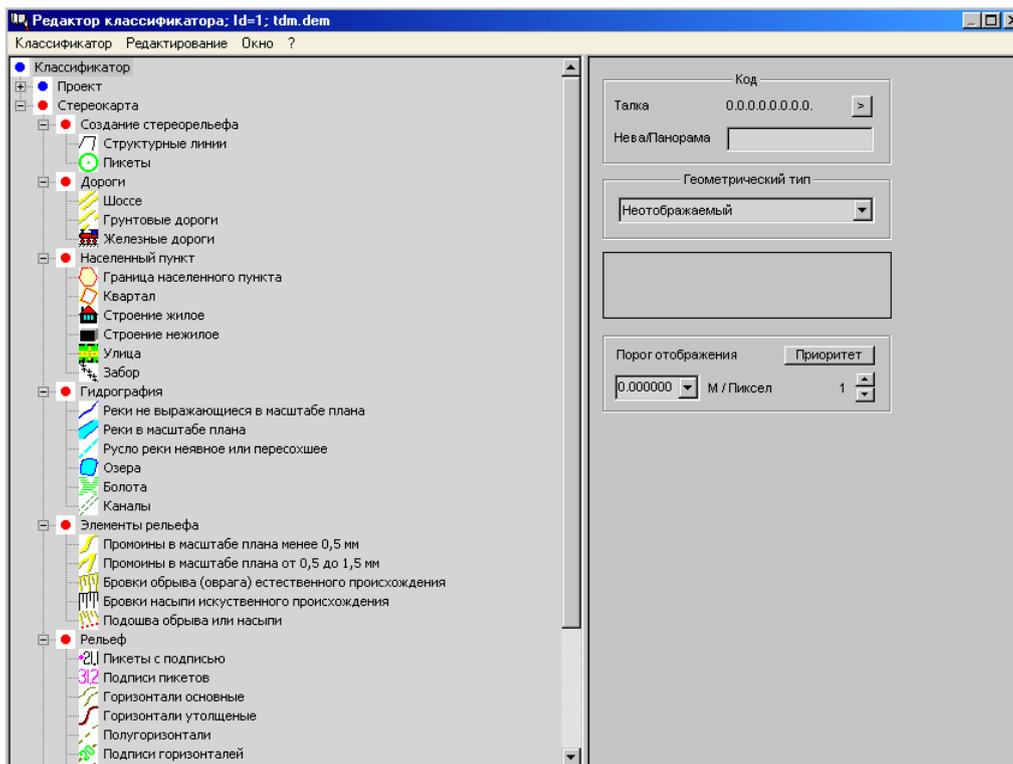
Корректировку точек проводите в том же стиле, как и при расчете свободной модели. Основное внимание, конечно, нужно обратить на опорные точки. Поскольку невязки при расчете свободной модели уложились в допуски, скорее всего, большие невязки при внешнем ориентировании получаются из-за опорных точек. Опорную точку можно либо сместить на снимке, либо отключить из расчета (перевести в контрольные). Для этого нужно сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши по значку «+» в колонке «Уравнивать» на странице «По опорным точкам» (кнопка ) таблицы невязок.

Если невязки после расчета внешнего ориентирования очень велики (больше 3 м в нашем примере), то перед повторным расчетом нужно загрузить из файла результаты ориентирования свободной модели. Кнопка «Файл – Загрузить результаты расчета». *Открылось окно выбора файла.* Выбрать файл «free.pht». Кнопка «Открыть». *Окно выбора файла закрылось.* Обновить таблицу невязок (кнопка «R»).

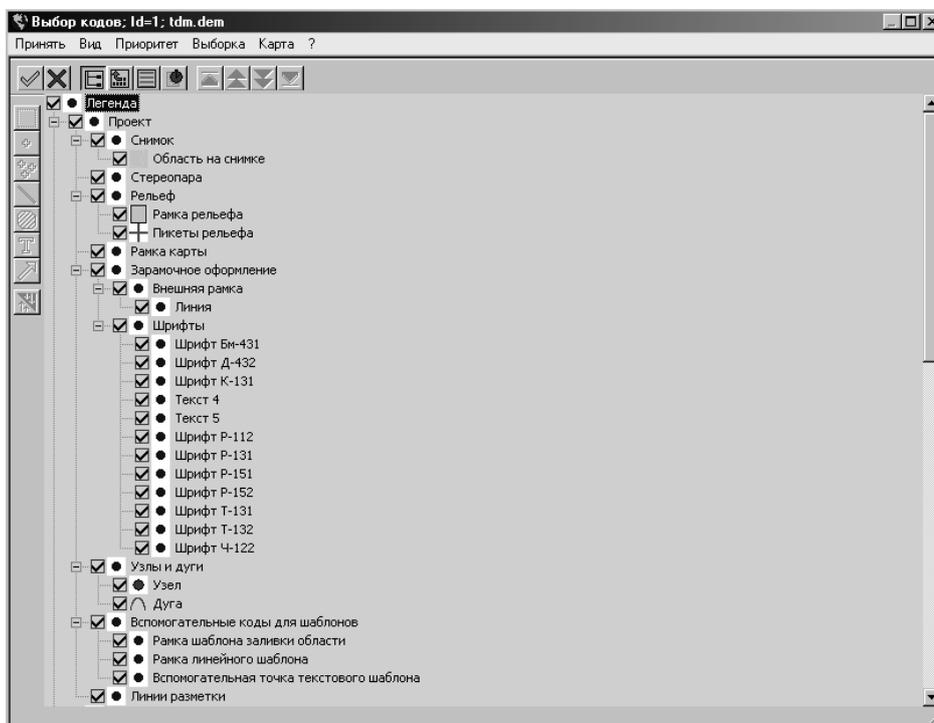
При «разумных» невязках во внешнем ориентировании (менее 3 м в нашем примере) перед повторным расчетом не нужно загружать свободную модель. При этом в качестве начального приближения будет использовано текущее ориентирование снимков.

## 2.11. Построение рельефа по стереопарам

«Карта – Классификатор». *Открылось окно редактирования классификатора.* Кнопка верхней панели этого окна «Классификатор – Загрузить из файла». *Открылось окно выбора файла.* Выбрать файл «Demo.cls», «Открыть». *Окно выбора файла закрылось.* В левой половине окна редактирования классификатора появились «иконки» кодов загруженного классификатора. Закрыть окно редактирования классификатора.



«Карта – Коды объектов для показа». Открылось окно «Выборка к показу». Все иконки обведены красными квадратиками – соответствующие коды включены в показ.



Двойной щелчок **правой** кнопкой мыши по иконке «Легенда». Все коды стали не выбранными (иконки не обведены квадратиками). Щелчок правой кнопкой мыши по иконке «Пикеты». Иконка обведена квадрати-

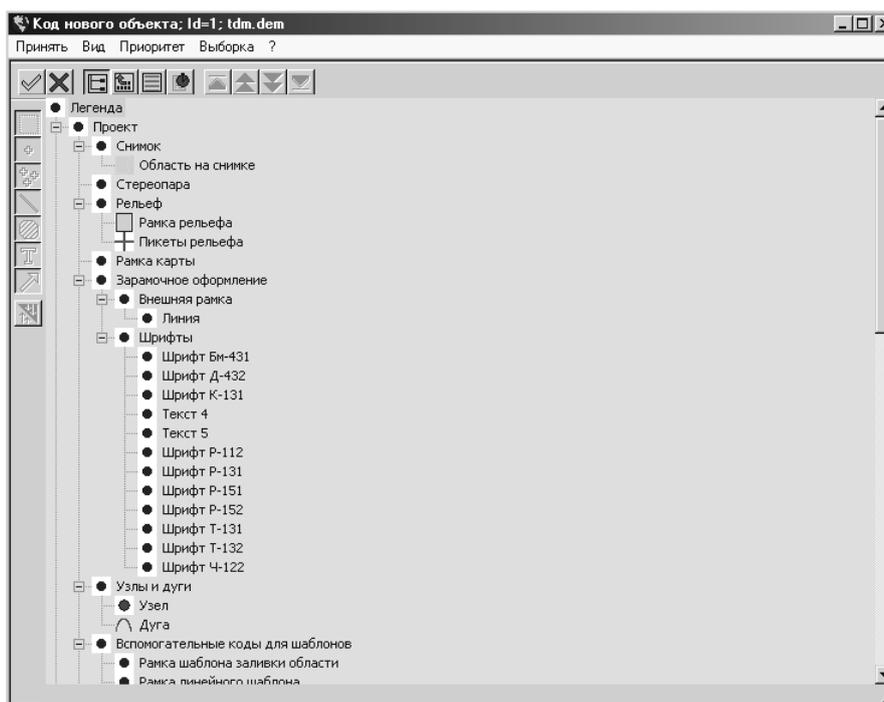
ком – код «Пикеты» выбран к показу. Таким же образом выберите к показу код «Структурные линии». Закройте окно «Выборка к показу».

«Стереопара – открыть», выбрать снимки 91, 90 – «открыть стереопару номер 1». Включите драйвер стереочков (иконка «3D» на рабочем столе WINDOWS). Иконка «3D» появилась в правом нижнем углу рабочего стола рядом с индикатором времени. Щелчок правой кнопкой мыши по **появившейся** иконке «3D». Выбрать режим «Stereo». Оденьте очки, проверьте, как они работают. При необходимости поменяйте левый и правый глаз, снова щелчком правой кнопкой мыши по иконке «3D» с выбором режима «Reverse». Теперь нажмите кнопку «G» слева вверху в окне стереопары. Появился «ползунок» «Сtereo глубина». Установите нужную глубину показа, двигая ползунок. Закройте окно «Сtereo глубина» по кнопке  («принять»).

Увеличить левый верхний угол стереопары 1:1, переключиться в режим «Карта». Появилась линейка переключения режимов карты. Расположите линейку переключения режимов как удобнее – например, справа вверху.



«Карта – Код нового объекта». Открылось окно выбора кода нового объекта с иконками кодов классификатора.

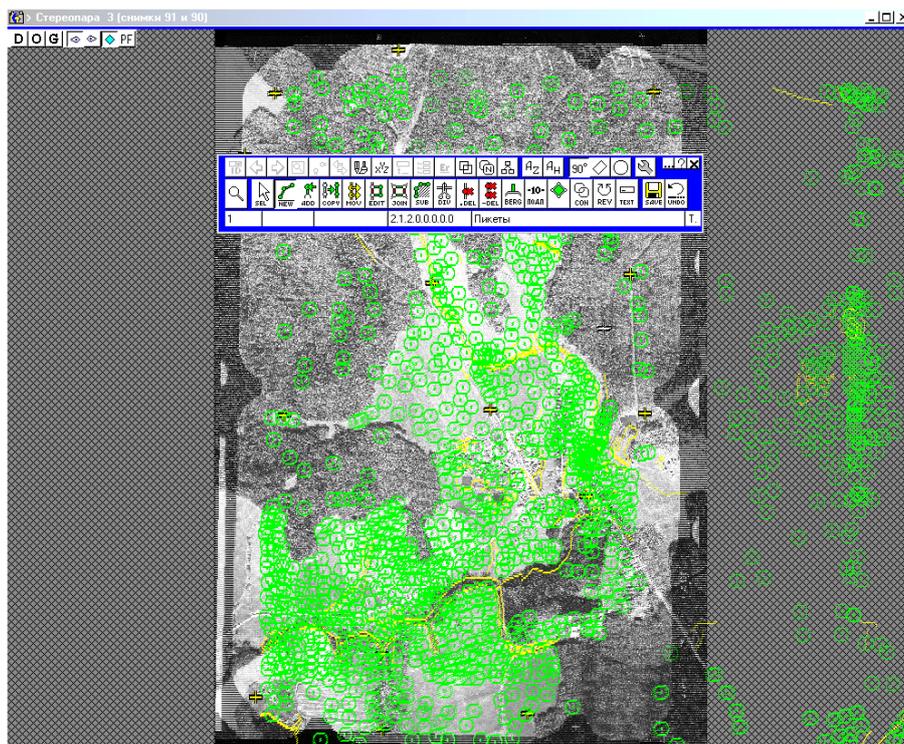


Двойной щелчок левой кнопкой мыши по иконке кода «Пикеты». Окно выбора кода нового объекта расположилось в свернутом виде в нижней части главного окна.

В линейке выбора режимов карты кнопка «New» . Поставить первый пикет в том же стиле, что и обычную точку, высоту регулировать стрелками «вверх» и «вниз» с клавиатуры. Удаление и перемещение пикетов – так же, как и для обычных точек. Высота регулируется у активной вершины стрелками на клавиатуре в любой момент.

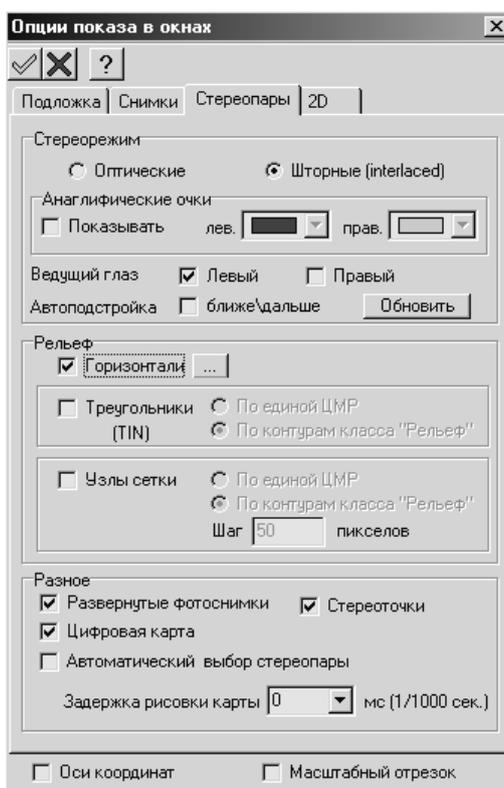
Кроме того, высоту можно регулировать, прижав кроме левой еще и правую клавишу (левую не отпускать!) и медленно двигать мышкой дальше – ближе. Если потом правую отпустить (а левую не отпускать!), то точка редактируется в плановом положении. Вместо правой мыши можно прижимать «Shift» на клавиатуре. Испробуйте все способы. Обычно удобно редактировать так: если положение по высоте нужно поменять сильно – на 10-20 м, то удобно использовать сдвиг мышкой, если немного – на 1-4 м, то удобнее стрелками с клавиатуры.

Установите 10-20 пикетов для тренировки. Теперь продавите кнопку «A<sub>Z</sub>» в линейке выбора режимов. Это включает режим «Автоподстройка высоты вершин». Медленно двигайте марку. Если она находится на рельефе, нажмите левую клавишу мыши. Тем самым вы поставили новый пикет. Если марка «потеряла» рельеф, можно слегка поводить курсор вправо-влево, обычно после нескольких движений устанавливается правильная высота. В крайнем случае можно и помочь машине, установив высоту вручную стрелками на клавиатуре, как описано ранее.

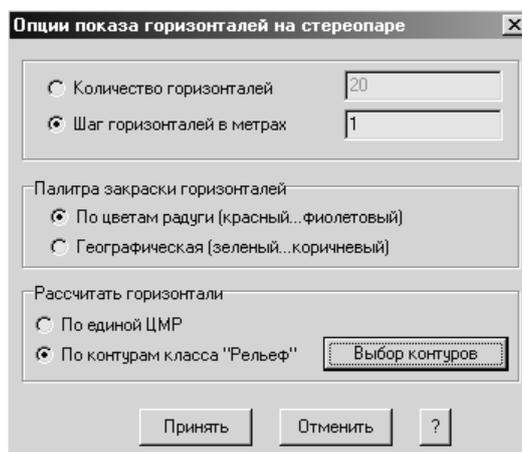


Передвигая точку дальше, можете поставить еще несколько пикетов, равномерно закрывающих площадь. Далее сдвигайтесь на страницу вправо до конца стереопары, на страницу вниз, затем влево по страницам до конца стереопары, вниз, многократно вправо до конца и т.д. вниз до конца стереопары. Сдвиг вниз осуществлять проще всего с клавиатуры по клавише «PgDn», вправо и влево – по клавишам «End» и «Home» соответственно.

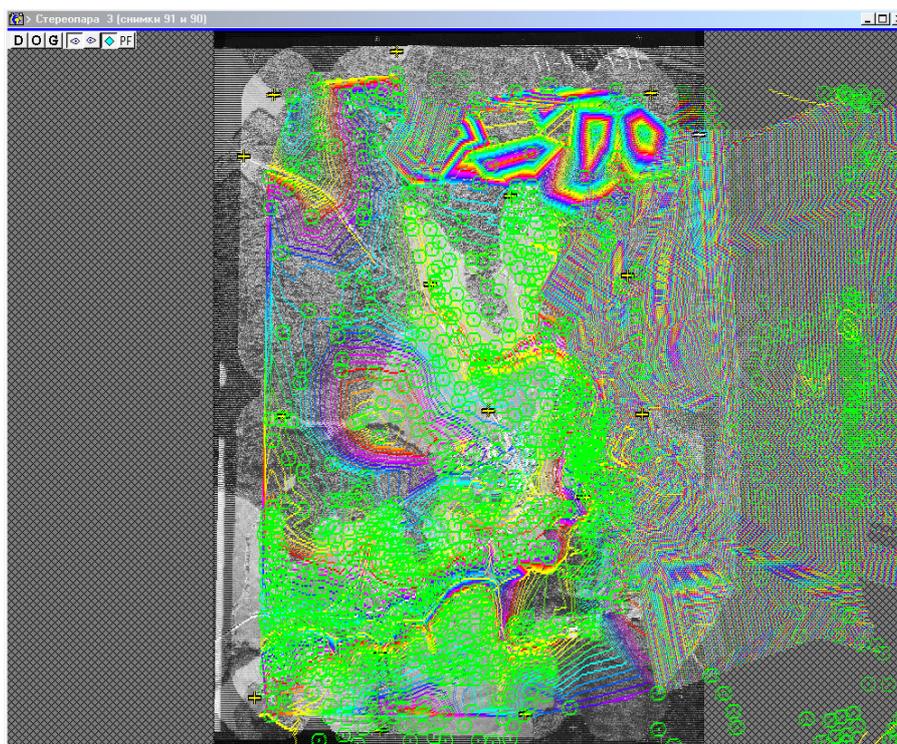
Расставив 100-200 пикетов равномерно по всей стереопаре, проще всего в режиме автоподстройки, проконтролируем результат. Кнопка  в левом верхнем углу окна стереопары. *Открылось окно «Опции показа в окнах» на странице «Стереопары».* Флаг «Горизонталы» – включить.



«Горизонталы – Подробнее...» – нажать кнопку. *Открылось окно «Опции показа горизонталей на стереопаре».*

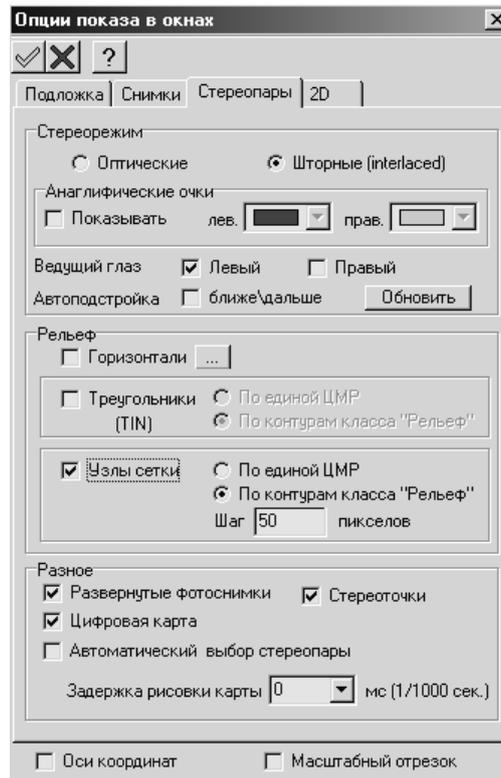


«Шаг горизонталей в метрах» (установить переключатель), задать шаг горизонталей – 1 м, палитру раскраски – «По цветам радуги», «Рассчитать горизонтали» – «По контурам класса «Рельеф»» (установить переключатель). Кнопка «Выбор контуров». Открылось окно «Выборка рельефа» с иконками кодов классификатора. Выбрать коды «Пикеты» и «Структурные линии» правой кнопкой мыши в том же стиле, что и в выборке к показу. Закрывать окно «Выборка рельефа». В окне «Опции показа горизонталей на стереопаре» – «Принять». Окно закрылось. В окне «Опции показа в окнах» – кнопка  («принять»). Окно закрылось, в окне стереопары прорисовались горизонтали.

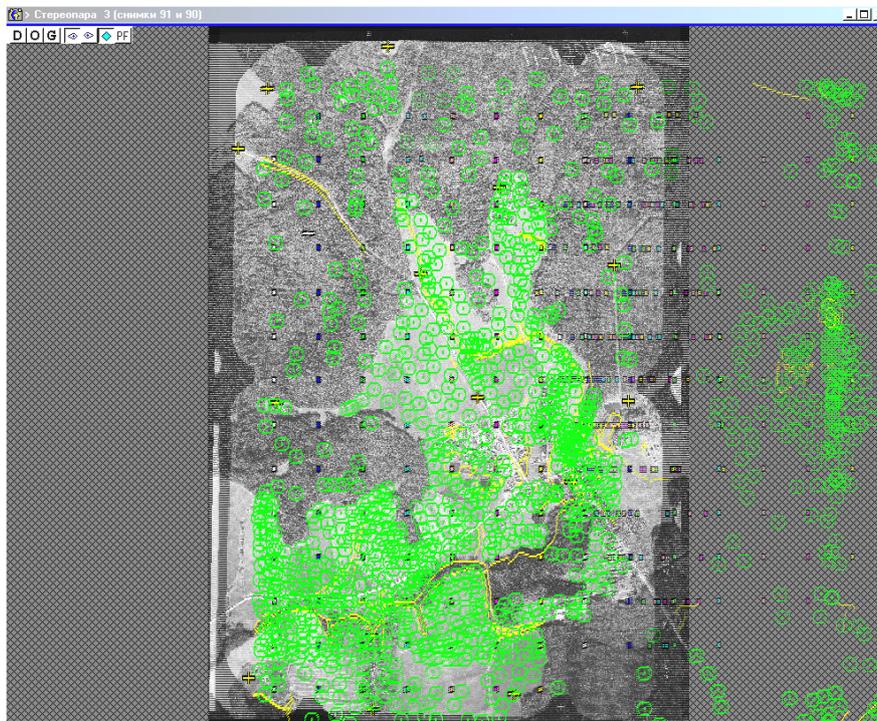


Сделайте вид «Полностью», рассмотрите рисунок горизонталей. Если они показывают резкие локальные горки или ямы, это скорее всего вызвано ошибочными пикетами. Приблизьтесь к такому месту, отредактируйте пикет. Перерисуйте окно («пробел» на клавиатуре). Посмотрите, как изменились горизонтали. Отключите и снова включите показ горизонталей (кнопка «U» («Г» русское) на клавиатуре).

Снова откройте окно «Опции показа в окнах» (кнопка  в окне стереопары), отключите флаг «Горизонтали», включите флаг «Узлы сетки». Установите переключатель «По контурам класса «Рельеф»», шаг 50 пикселей. «Принять» (кнопка ).



Окно «Опции показа в окнах» закрылось. В окне стереопары прорисовались узлы.



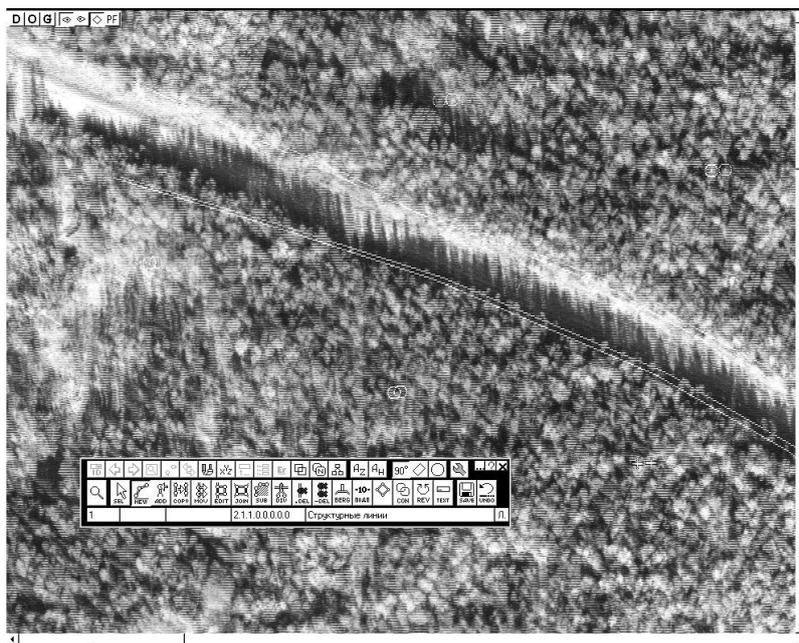
Сделайте вид 1:1 в левом верхнем углу стереопары, проконтролируйте положение узлов на рельефе. Если где-то узлы не сидят на рельефе, то добавьте пикет в такое место. Посмотрите, как изменилось положение

узлов после перерисовки окна. Отключите и снова включите показ узлов (кнопка «Е» («У» русское) на клавиатуре).

Далее так же, как описано выше, смещайтесь на страницу вправо до конца стереопары, на страницу вниз и т.д. Попеременно включайте показ горизонталей и узлов, добавляя, где это необходимо, новые пикеты.

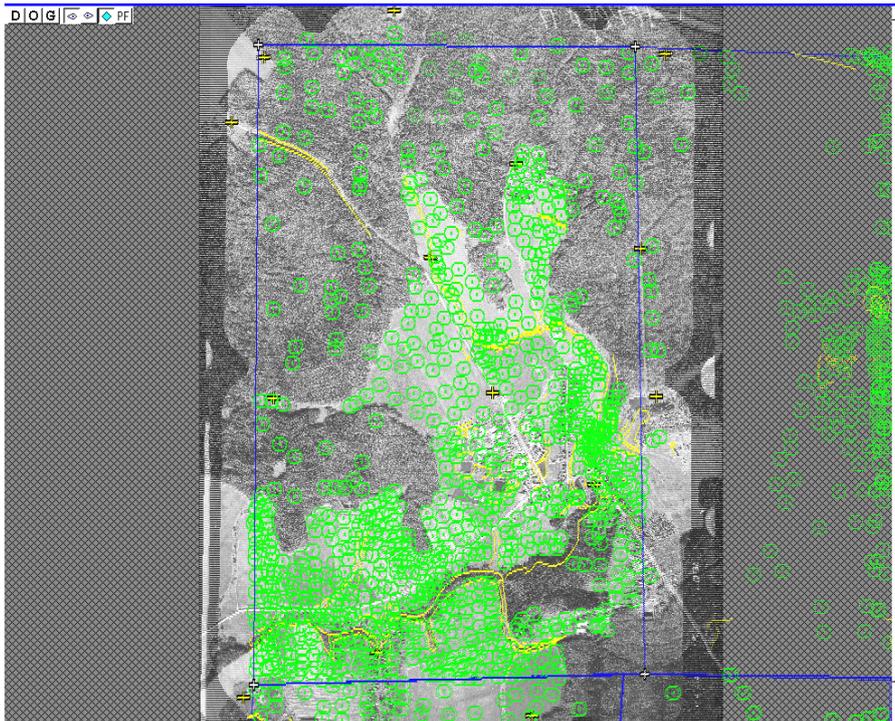
Теперь переходите к следующей стереопаре (снимки 90 и 89). Сделайте вид «полностью». В области перекрытия с первой стереопарой должны быть видны поставленные на этой стереопаре пикеты. Приблизьтесь к ним, проверьте, как они сидят на рельефе. Если отклонение от рельефа значительное, несколько метров, нужно еще раз вернуться к блочной фототриангуляции и проверить невязки по точкам в области перекрытия стереопар, в особенности колонку «Delta H» в таблице невязок.

Сделайте опять вид «полностью», найдите на стереопаре дорогу. Приблизьтесь к началу дороги, сделав вид 1:1. «Карта – Код нового объекта». Выберите код «Структурные линии» двойным щелчком левой кнопки мыши. *Окно «Код нового объекта» свернулось.* Режим автоподстройки «A<sub>2</sub>» отключить. Кнопка «New» в линейке выбора режимов карты. Ставьте первую вершину линии на край дороги так же, как и пикет. Ведите линию вдоль дороги, меняя, если требуется, высоту марки стрелками на клавиатуре.

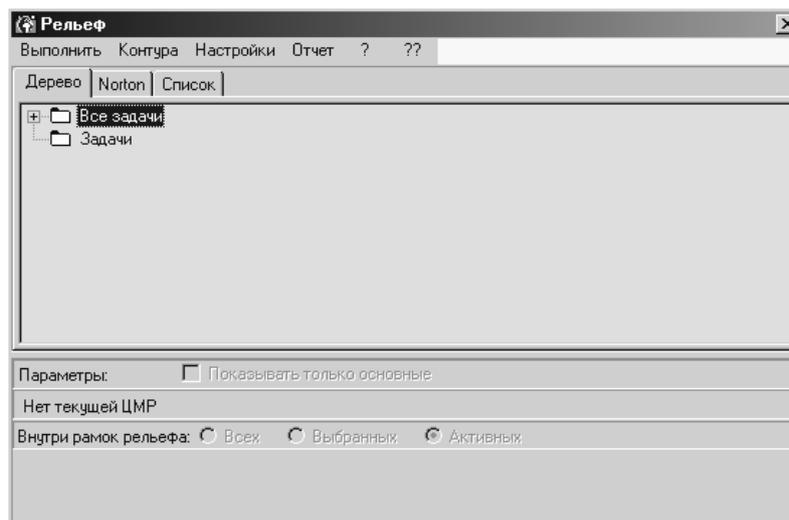


Ставьте по мере необходимости очередную вершину на рельеф таким же образом, как и пикеты. При подходе к краю экрана нажимайте пробел на клавиатуре для перерисовки окна с курсором в центре экрана. Доведя линию до поворота или перекрестка, закончите ввод линии, нажав правую кнопку мыши. Включите показ горизонталей и узлов, проверьте, как введенная структурная линия повлияла на вид горизонталей.

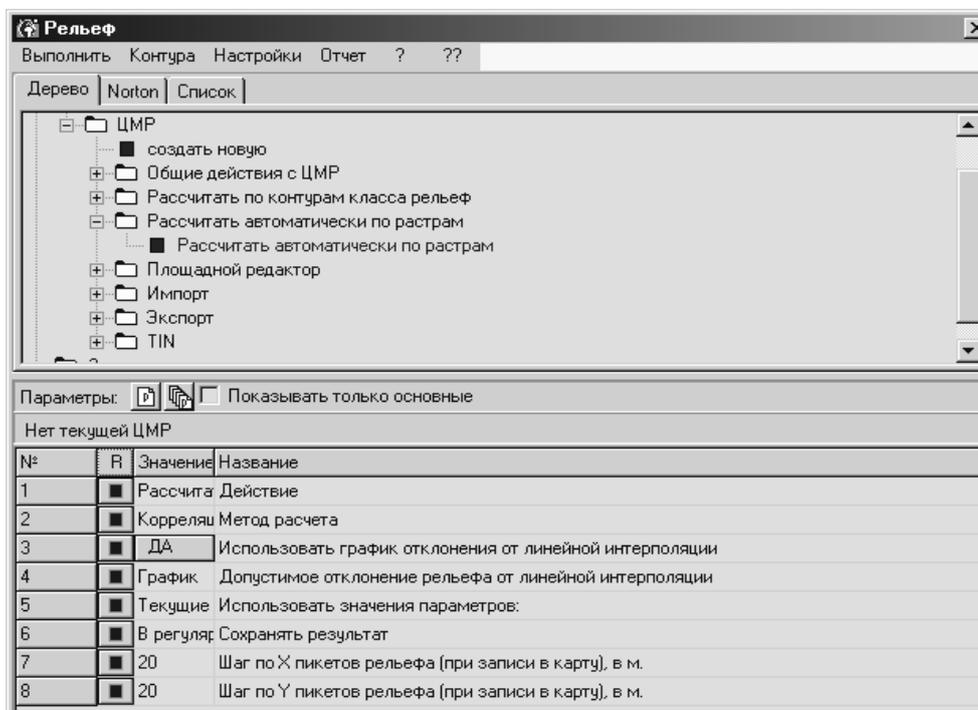
Сделайте снова вид «полностью». Найдите на стереопаре (90, 89) карьер справа посередине. «Карта – Коды объектов для показа» - включите показ кодов «Рамка рельефа» и «Пикеты рельефа». «Карта – Код нового объекта» - выбрать код «Рамка рельефа». Кнопка «New» в линейке выбора режимов карты. Обводим рамкой рельефа карьер (можно при виде «полностью»). Закончив ввод рамки рельефа по правой кнопке мыши, выходим из режима «Новый объект» (отключая кнопку «New») и делаем рамку рельефа активной, щелкнув по контуру рамки левой кнопкой мыши.



«Задача – Рельеф». Открылось окно «Единая ЦМР».



Страница «Автоматически по растрам». «Рассчитывать внутри рамок рельефа» - «Активной» (установить переключатель). «Модель рельефа» - «свободная», шаг свободной ЦМР – 20 м по X и по Y. Флаги «Использовать пределы по высоте» и «Использовать параметры расчета из параметров рамок рельефа» – отключить.



Кнопка «Расчет». Ждать окончания расчета. По окончании расчета перерисовать окно стереопары. *Появились рассчитанные пикеты рельефа.* Кнопка «Контура» в верхней строке окна «Единая ЦМР». *Открылось окно «Выборка рельефа» с иконками кодов классификатора.* В выборке отмечены «Пикеты» и «Структурные линии». Добавить код «Пикеты рельефа» к выборке. Закрывать окно «Выборка рельефа». Закрывать окно «Единая ЦМР».

Увеличьте область карьера до вида 1:1. Отключите временно карту из показа, отжав кнопку  в окне стереопары. Включите показ горизонталей, рассмотрите их рисунок. Резкие выбросы соответствуют ошибкам при автоматическом расчете рельефа. Включите снова показ карты, переключитесь в режим «Карта». Сделайте массив пикетов рельефа активным, щелкнув по любому из пикетов рельефа левой кнопкой мыши. Удалите ошибочный пикет активного массива, щелкнув по нему левой кнопкой мыши (при этом происходит привязка курсора к вершине «в стиле DOS») и нажав правую кнопку мыши или «Delete» на клавиатуре. Перерисуйте окно, посмотрите, как изменился рисунок горизонталей.

## 2.12. Режим работы «области»

Области на снимках задаются по определенной схеме, определяемой технологом. Обычно область на снимке, согласно составленной схеме, имеет две редактируемые стороны и две не редактируемые. Это означает, что две стороны идут по краю снимка, а две – на определенном расстоянии от краев, причем их следует проводить в соответствии с правилами. Эти правила описаны в подразделах описания технологии.

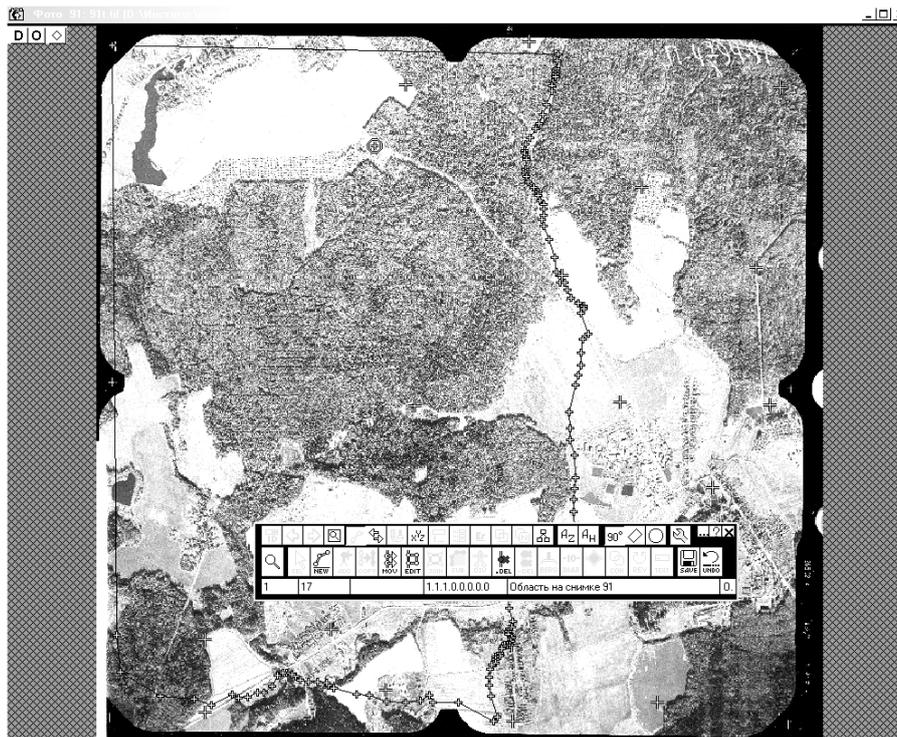
В данном же уроке мы учимся только самому процессу редактирования, поэтому сейчас нам нет нужды знать правила редактирования области. Определим себе такую схему расстановки области: левая и верхняя стороны не редактируемые, правая и нижняя – редактируемые, причем правая сторона области ведется примерно параллельно краю снимка на расстоянии от края около 30 % размера снимка, нижняя сторона ведется на 15 % от края.

В целом ввод новой области на снимке очень похож на ввод нового площадного объекта в режиме «Карта», например, рамки рельефа (см. подраздел 2.11). Процесс редактирования сводится к следующему.

Откройте окно снимка 91 (левый верхний угол маршрутной схемы). Откройте линейку переключения режимов работы с картой, если она была закрыта (для этого можно временно включить режим работы «Карта»).

Перейдите в режим работы «области». Это делается, как обычно по нажатию правой клавиши мыши в окне снимка и, без отпускания ее, выбора режима «области». Продавите кнопку «New» в линейке переключения режимов карты. Теперь поместите курсор мыши в левый верхний угол снимка и щелкните левую клавишу. Далее передвигаем курсор в правый верхний угол, не доходя до правой стороны на 30 %, щелкаем мышью. Следующий щелчок мыши производится в правом нижнем углу, 30 % от правой стороны, 15 % от нижней. Последний щелчок мыши в левом нижнем углу, на 15 % от нижней стороны, следует производить **правой клавишей мыши**, что означает окончание первичного ввода области.

Теперь потренируйтесь редактировать область левой клавишей мыши в стиле «drag and drop». Отключите режим ввода нового объекта (отожмите «New»). Если вы прижмете курсор, находясь на какой-либо вершине, вы можете переносить эту вершину в другое место, отпуская мышью на том месте, где вы хотите оставить вершину. Теперь попробуйте сделать то же самое, захватив курсором середину какой-либо стороны области. На этом месте просто появится новая вершина.

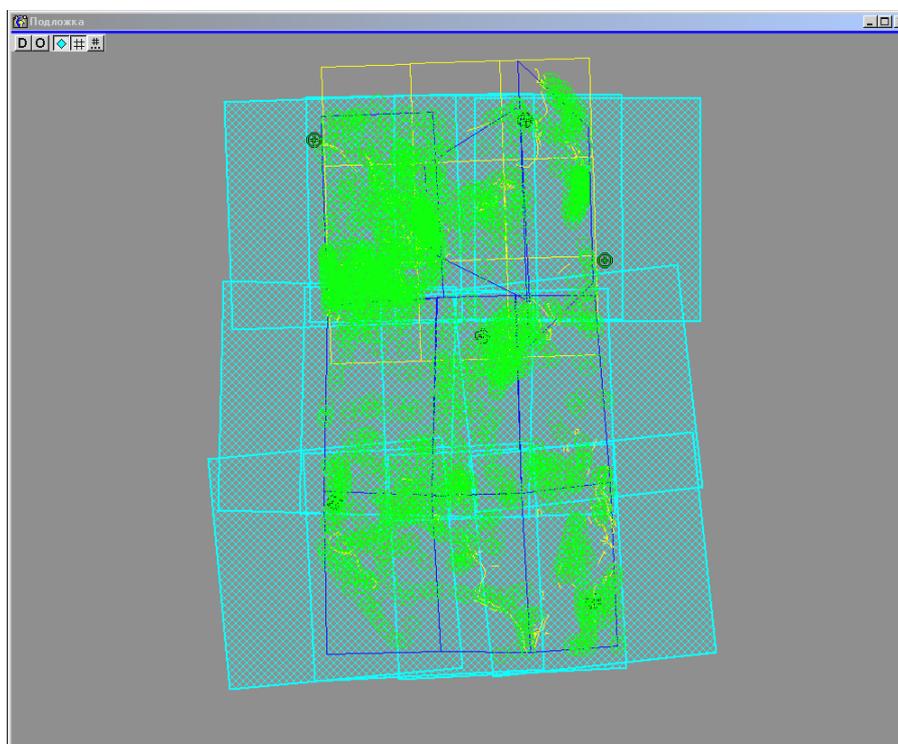


Теперь попробуйте редактировать область, пользуясь режимами работы «область на снимке» и «вид». Для этого перейдите в режим «вид», увеличьте правый верхний угол области до масштаба 1:1, переключитесь в режим «области» и редактируйте правую границу области так, чтобы она проходила по какой-либо плавной кривой. Для перехода к участку границы, лежащему ниже, пользуйтесь стандартными слайдерами WINDOWS или «PgDn», «PgUp», «End» и «Home» на клавиатуре. Как обычно нажатие на стрелку означает сдвиг примерно на 10 % окна, нажатие в поле слайдера сдвигает окно на 90 %.

Обычно при редактировании области пользуются сдвигом на 90 %. Дойдя до правого нижнего края области, поверните налево и отредактируйте нижнюю границу, постепенно смещаясь по ней. Теперь вы готовы к работе с областями, т.е. к освоению того, по каким принципам расставляются области. Как всегда на уроках мы не описываем этой части работы. Задачей уроков является освоение связи между желаемым действием и нажатием мыши. Иными словами, урок считается выученным, если после слов технолога «сдвиньте правую границу области в данном месте вдоль берега реки» вы не начинаете мучительно вспоминать, что нужно нажимать, а просто выполняете то, что требуется, причем руки работают сами и автоматически нажимают нужные клавиши мыши.

## 2.13. Блок листов фотоплана

«Окна – Подложка». *Открылось окно подложки.*

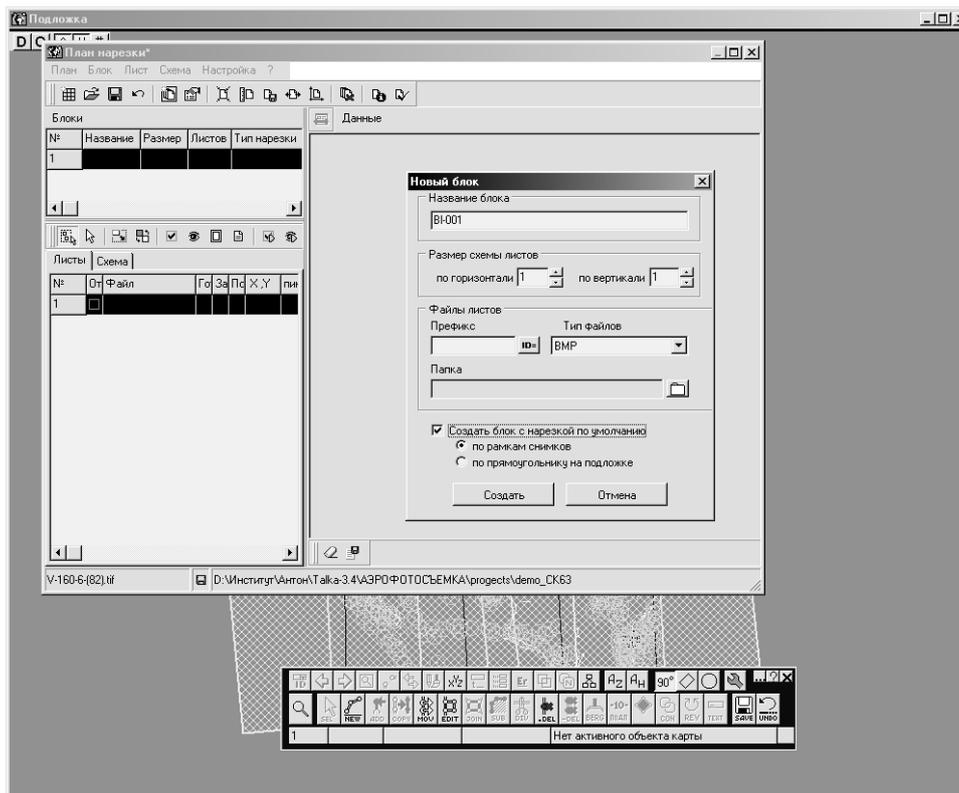


Прижать (не отпуская) правую кнопку мыши – Переключиться – в режим «Листы фотоплана». Еще раз прижать правую кнопку мыши – выбрать «Параметры выходного растра». *Открылось окно «План нарезки».* В верхней строчке этого окна выбираем «План – Новый». *Открылось окно «Новый блок».* Флаг «Создать блок с нарезкой по умолчанию» – включить, переключатель «по рамкам снимков» – установить.

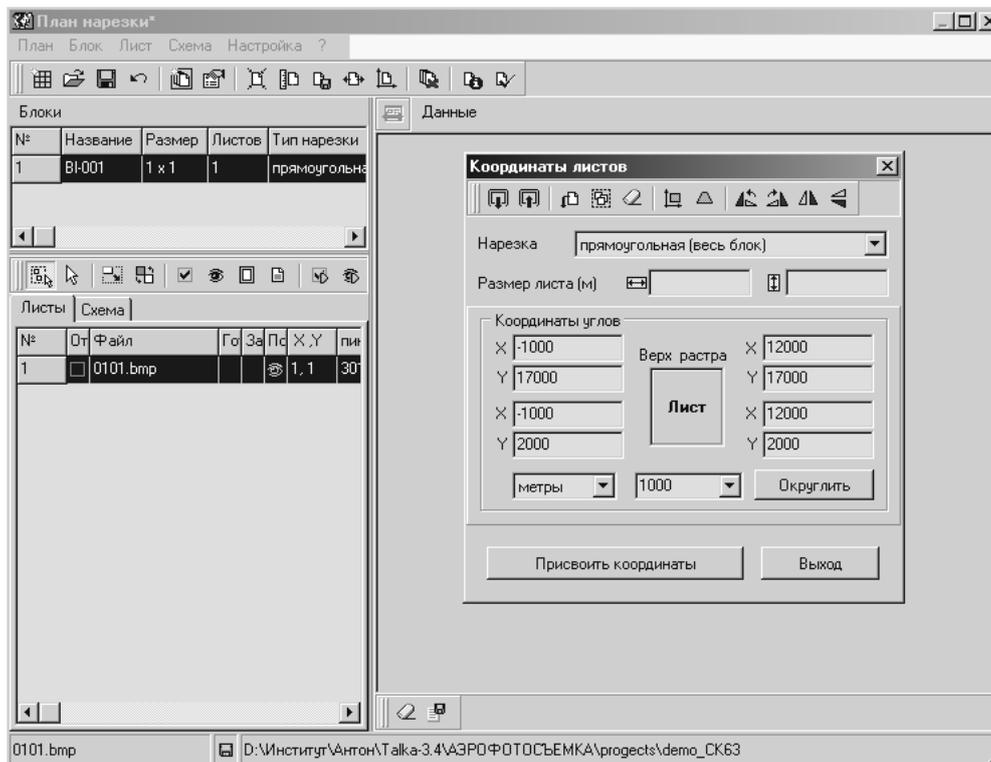
Кнопка «Создать». *Окно «Новый блок» закрылось. На подложке малиновым цветом прорисовался лист нарезки. В левой половине окна «План нарезки» появились параметры созданного блока листов и единственного листа блока.*

В верхней строчке окна «План нарезки» выбираем «Лист – Координаты листов». *Открылось окно «Координаты листов».* В окне выведены координаты углов созданного листа.

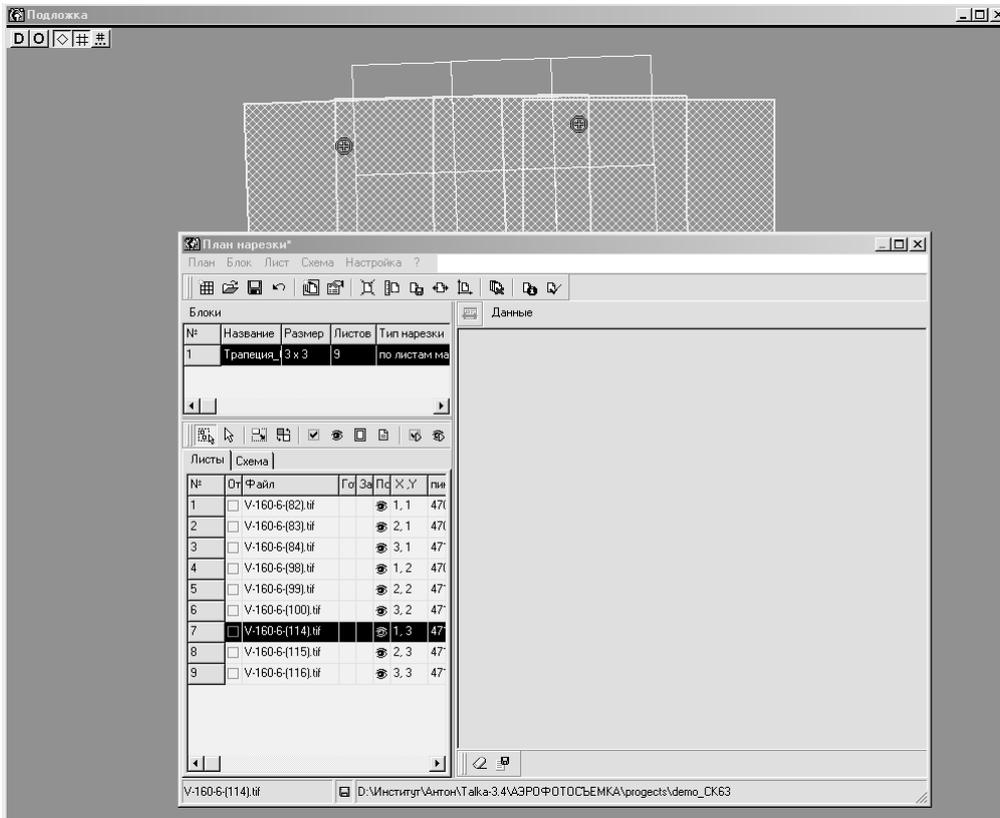
Допустим, мы хотим создать листы фотоплана масштаба 1:2000 в местной системе координат. Поскольку такой лист представляет собой квадрат на местности со стороной 1000 м, то мы округлим цифры. В полях слева от кнопки «Округлить» выбираем: «метры», «1000». Нажимаем «Округлить». *Значения в полях «Координаты углов» изменились.*



Получим такие значения: левый верхний угол (-1000, 17000), правый верхний – (12000, 17000), левый нижний – (-1000, 2000), правый нижний – (12000, 2000). В поле «Нарезка» выбираем «прямоугольная (весь блок)». В полях «Размер листа (м)» набираем 1000, 1000. Нажимаем «Присвоить координаты».

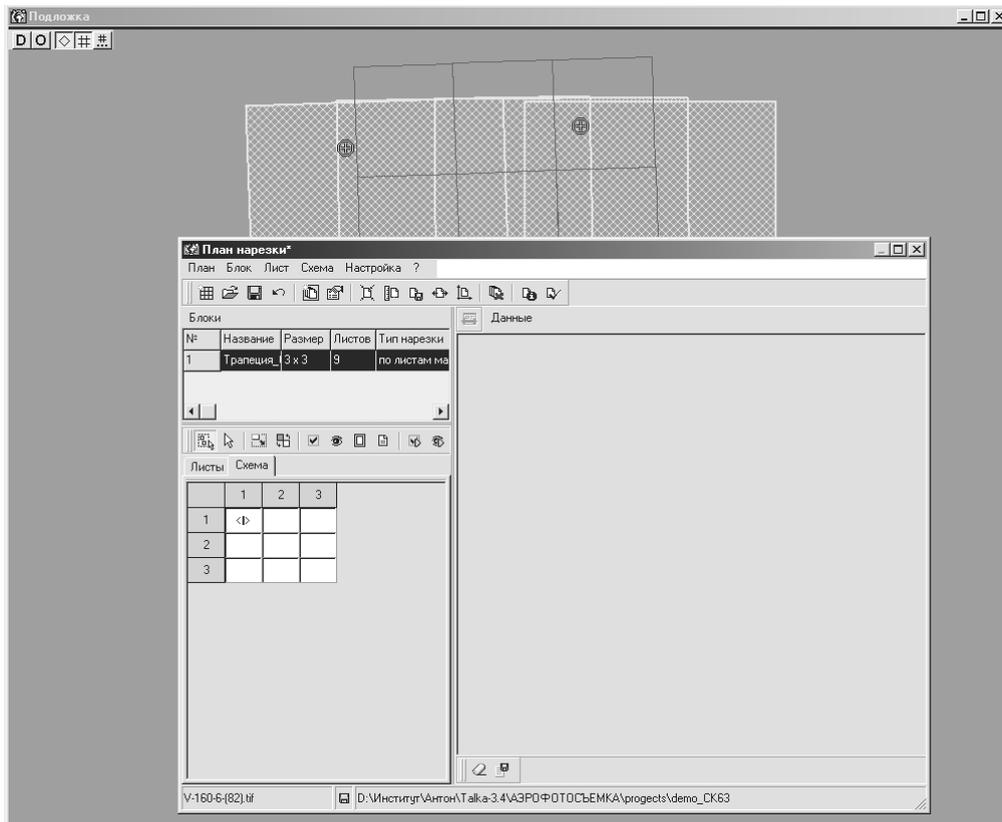


Появилось предупреждение: «... листы блока будут определены заново. Продолжить?». Отвечаем «Да». Содержимое окна «План нарезки» изменилось. Перерисовываем подложку (кнопка «D» в окне подложки). На подложке желтым рисуются созданные листы нарезки.

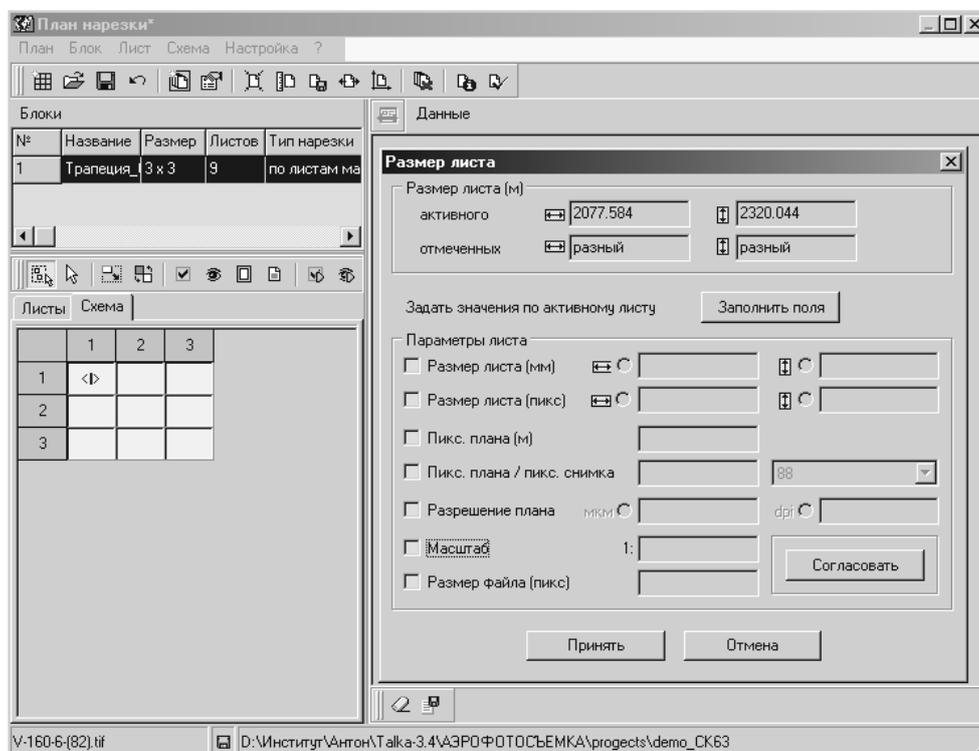


В окне «Координаты листов» нажимаем «Выход». Окно закрылось.

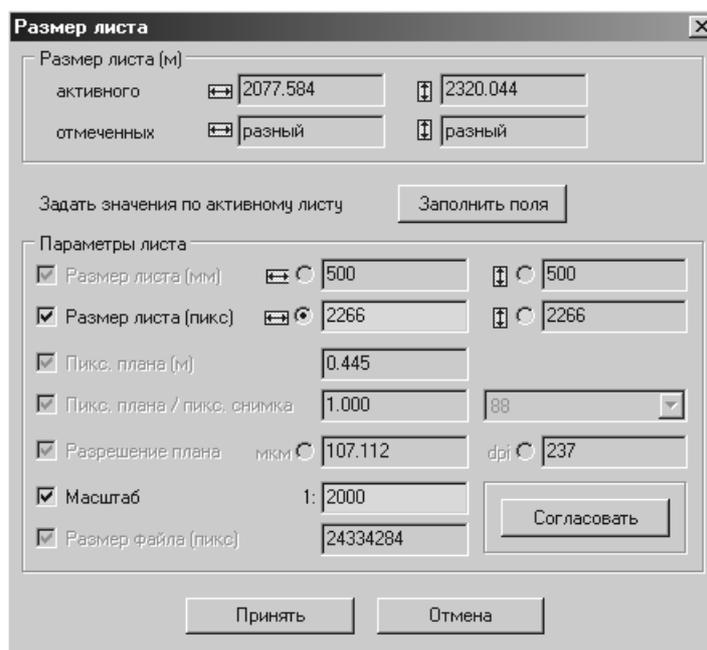
Теперь нужно присвоить созданным листам размеры в пикселях и в миллиметрах для печати. В левой нижней части окна «План нарезки» переключаемся на страницу «Схема». В схеме листов по кнопке  (отметить все / ничего) отмечаем все листы. Все кнопки в схеме продавлены. На подложке листы прорисовались малиновым цветом.



Далее в верхней строчке окна «План нарежки» «Лист – Размеры листов». Открылось окно «Размер листа».



Выставляем флаг «Масштаб» и в поле ввода справа от этого флага набираем «2000». Выставляем флаг «Пикс. плана / Пикс. снимка», в поле ввода справа от этого флага набираем «1». При этом в поле с номером снимка рядом должно стоять «88» (снимок с наименьшим номером). Это значит, что разрешение фотоплана выбирается таким, как у 88-го снимка. Нажимаем кнопку «Согласовать». *Все поля в рамке «Параметры листа» заполнились.* Размер листа в миллиметрах стал 500 x 500, размер листа в пикселях – 2266 x 2266.



Кнопка «Принять». *Окно «Размер листа» закрылось.*

В левой нижней части окна «План нарезки» переключаемся на страницу «Список». В списке листов для каждого листа заполнены поля в колонках «пикс» и «мм». Выставляя флаг в списке листов в колонке «Отмечен для расчета» (между порядковым номером и именем файла листа), отмечаем для расчета некоторые из листов.

В верхней строчке окна «План нарезки» «План – Сохранить как». *Открылось окно выбора файла «Сохранить как».* Набираем имя файла «lsn». Нажимаем «Сохранить». *Окно «Сохранить как» закрылось.*

Теперь создадим нарезку с такими же координатами листов, но с меньшим разрешением для пробного фотоплана. Снова выбираем «Лист – Размеры листов». *Открылось окно «Размер листа».* Поля «Параметры листа» пустые. Нажимаем кнопку «Задать значения по активному листу – Заполнить поля». *Поля «Параметры листа» заполнились.* Снимаем флаги «Размер листа (мм)» и «Размер листа (пикс)» (не меняя значений в полях ввода). Выставляем флаги «Пикс. плана / Пикс. снимка» и «Масштаб». Значения рядом с этими флагами должны быть равны соответственно

«1.000» и «2000». Теперь изменяем значение «Пикс. плана / Пикс. снимка» на «10». Кнопки «Согласовать» (размер листа в пикселях должен теперь получиться равным 227), «Принять» – как описано выше. *Окно «Размер листа» закрылось.* Сохраняем созданную нарезку для пробного фотоплана в файле. «План – Сохранить как», выбираем имя файла «proba», «Принять».

Сохраняем текущую нарезку: «План – Сохранить». *Текущей является нарезка для создания пробного фотоплана.* Закрываем окно редактора нарезки: «План – Выход». *Окно «План нарезки» закрылось.*

### Контрольные вопросы

- 1 Геометрические и физические основы аэро- и космической съемки.
- 2 Системы координат, применяемы в фотограмметрии.
- 3 Параметры аэрофотоаппаратов и их значение для обработки снимков. Координатные метки снимков.
- 3 Элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимков.
- 4 Взаимное и внешнее ориентирование снимков.
- 5 Опорные точки и привязка снимков. Главные, ориентирующие и трансформационные точки снимков: их выбор и назначение.
- 6 Пространственная блочная фототриангуляция. Плановые и высотные координаты точек местности.
- 7 Фотосхемы и фотопланы: их создание и обработка. Ортофотопланы.

## 3. РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

### 3.1. Создание цифровой модели рельефа

Как правило, расчет регулярной ЦМР бывает нужен для создания горизонталей. Открыть подложку, переключиться в режим «Карта». Выбрать код нового объекта «Рамка рельефа». Обвести рамкой рельефа ту область, в которой будут рассчитываться горизонталы. Можно взять область с некоторым запасом: на последнем этапе горизонталы все равно обычно режутся по листам карты. Сделать созданную рамку рельефа активной. Далее «Задача – Рельеф» (рис. 3.1). *Открылось окно запуска задач по рельефу.* Открываем папку «Все задачи – ЦМР». Выбираем одиночным щелчком левой кнопкой мыши по названию задачи «Создать новую» (делаем задачу активной). ***Осторожнее. Имейте в виду, что двойной щелчок означает запуск выполнения задачи!*** В нижней части окна запуска задач появились параметры задачи «Создать новую»: «Имя ЦМР», «Шаг по оси X», «Шаг по оси Y». Задаем шаг ЦМР 10 м. Имя файла менять не нужно. Кнопка «Выполнить».

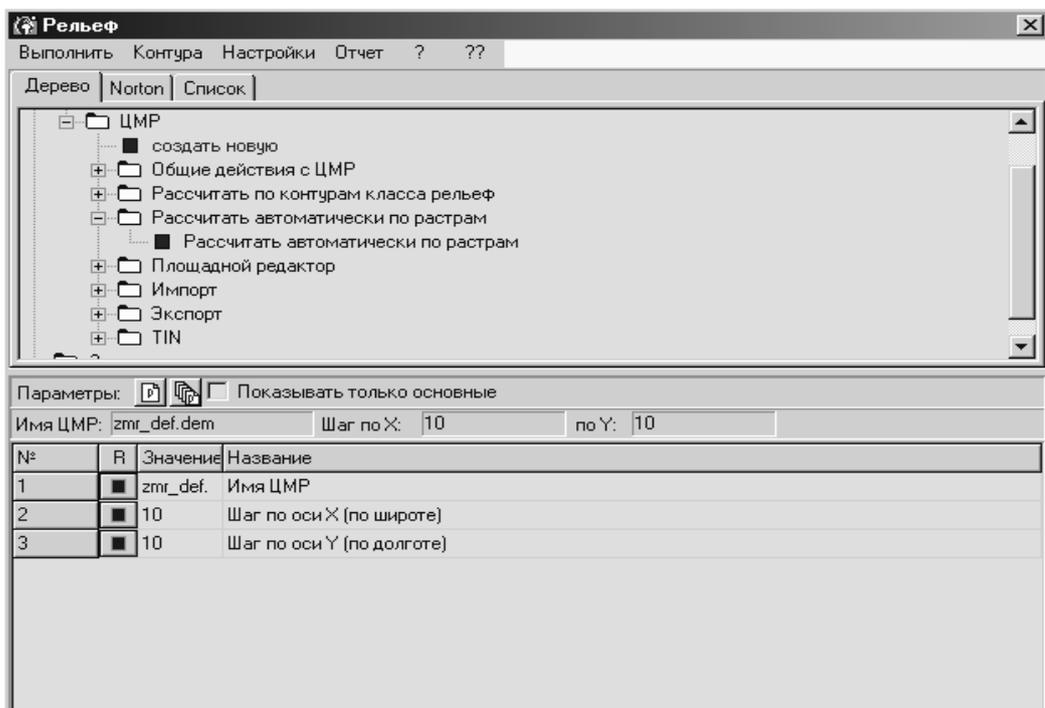


Рис. 3.1. Задача – Рельеф

Кнопка «Контура» в верхней строке окна «Рельеф». Открылось окно «Выборка рельефа» с иконками кодов классификатора. В выборке отметить коды «Пикеты рельефа», «Пикеты» и «Структурные линии». Закрыть окно «Выборка рельефа». «Расчитывать внутри рамок рельефа» – «Активной» (установить переключатель). Открываем папку «Все задачи – ЦМР – Рассчитать по контурам класса «Рельеф»». Выбираем задачу «Триангуляция». Кнопка «Расчет».

В опциях показа в окне подложки (кнопка  в окне подложки) выбираем: «Показывать горизонталы», «Подробнее» – «По единой ЦМР», «Шаг горизонталей – 1 м». Принять опции показа. Внутри активной рамки рельефа прорисовались горизонталы. Показываемые горизонталы рассчитываются при каждой перерисовке экрана и нигде не хранятся. Для создания горизонталей как объектов векторной карты, которые, например, можно редактировать вручную или экспортировать в другие программы в обменных форматах, необходима следующая задача.

### 3.2. Расчет горизонталей по цифровой модели рельефа

«Карта – Задачи». Открылось окно «Карта (задачи)» (рис. 3.2).

Страница «Список». Отсортировать задачи по названию. Найти в списке задачу «Создать горизонталы». Щелкнуть левой кнопкой мыши по названию задачи (сделать задачу активной). В нижней половине окна открылся список параметров (рис. 3.3).

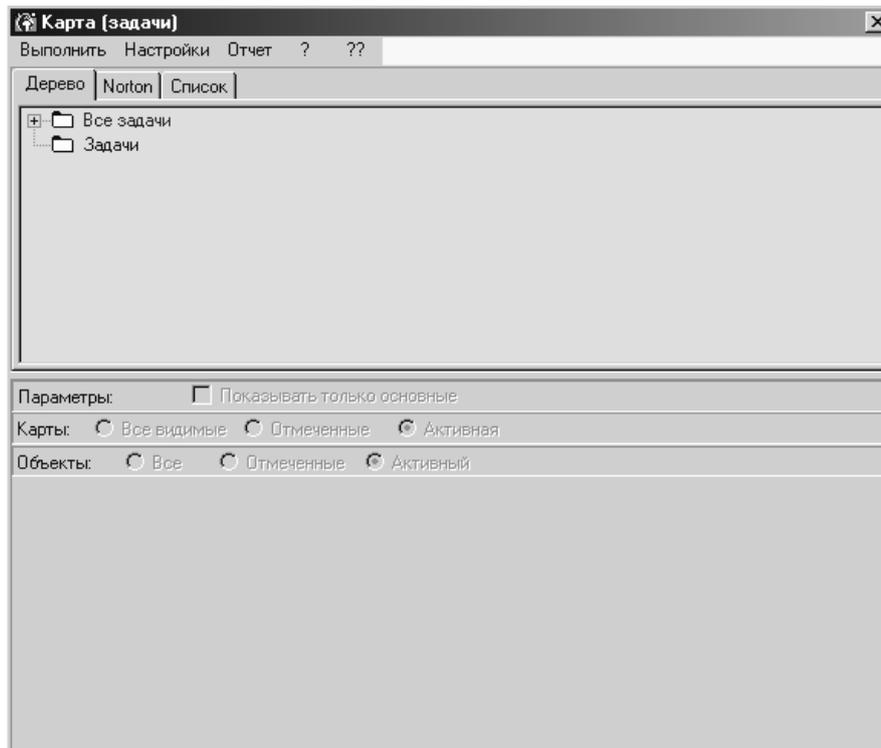


Рис. 3.2. Карта (задачи)

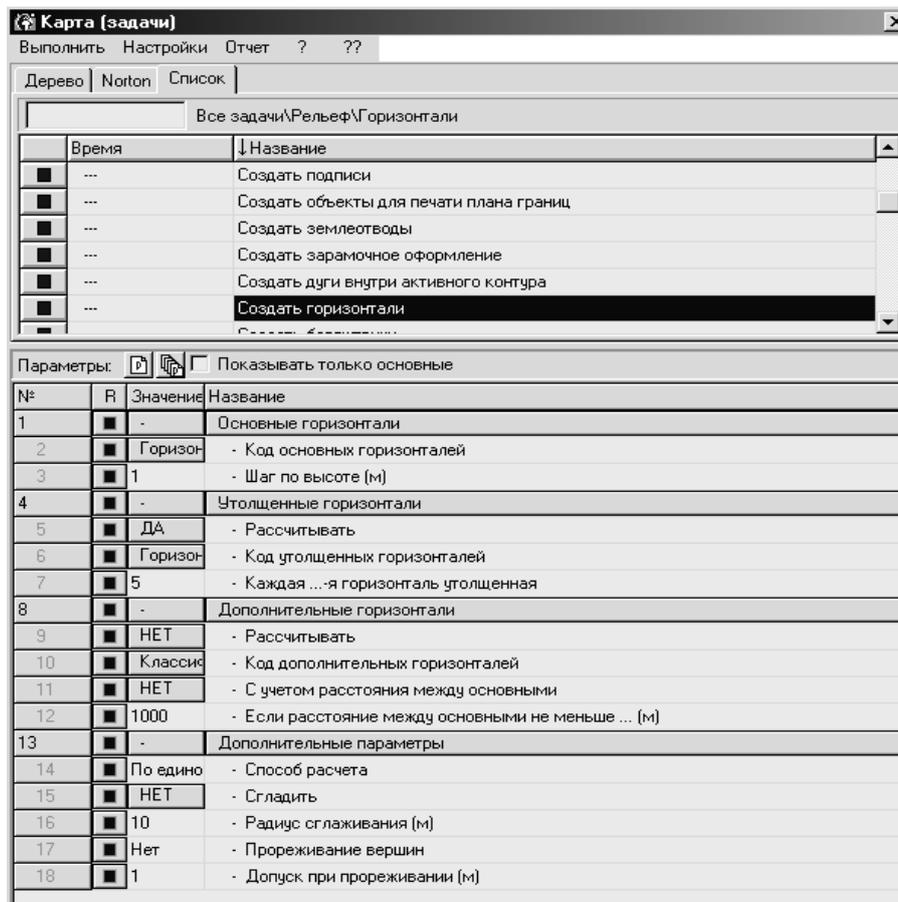


Рис. 3.3. Список параметров

Задаем значения параметров. Основные горизонталы: «Рассчитывать» – «Да». «Код» (щелкаем левой кнопкой мыши по полю слева от названия параметра). *Открывается окно «Выбор кода по классификатору»*. Двойным щелчком левой кнопки мыши выбираем код «Горизонталы основные». *Окно «Выбор кода по классификатору» закрылось. Значением параметра «Код» стало «Горизонталы основные»*. «Шаг по высоте» – задаем значение 1.

Утолщенные горизонталы: «Рассчитывать» – «Да». «Код» выбираем таким же образом, как и для основных горизонталей: код «Горизонталы утолщенные». «Интервал» задаем равным 5.

Параметры: «Способ расчета» – «По единой ЦМР». «Прореживание вершин» – «Нет», «Сгладить» – «Нет».

Кнопка «Выполнить». Закрыть окно «Карта (задачи)».

«Карта – Коды объектов для показа». Выбрать к показу коды «Горизонталы основные» и «Горизонталы утолщенные». В опциях показа на подложке отключить показ горизонталей и включить показ карты. Рассмотреть созданные горизонталы в окне подложки.

### 3.3. Расчет фотоплана

«Задача – Фотоплан». *Открылось окно «Фотоплан»* (рис. 3.4).

Кнопка «Геометрия преобразований – Параметры». *Открылось окно «Параметры расчета геометрии преобразований»* (рис. 3.5).

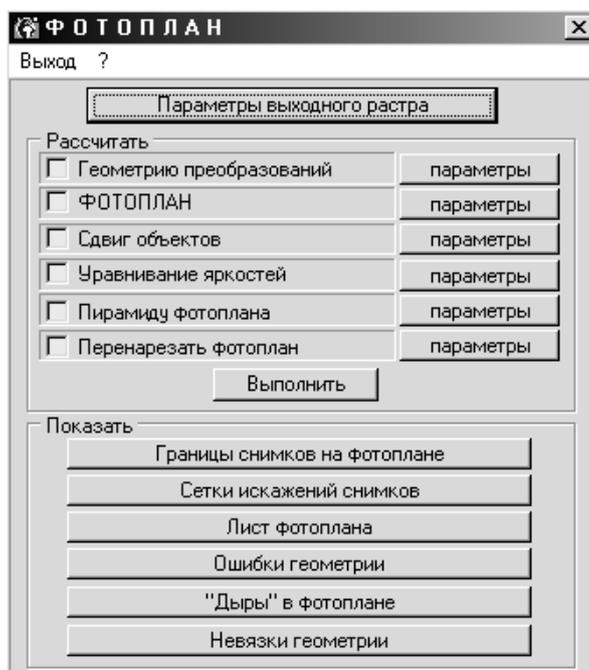


Рис. 3.4. Задача – Фотоплан



Рис. 3.5. Параметры расчета геометрии преобразований

Кнопка «Список снимков для расчета геометрии» (рис. 3.6). *Открылось окно выбора группы снимков. Отметить все снимки, «Принять». Окно выбора снимков закрылось. Под кнопкой «Список снимков ...» появилась надпись «Все снимки».*

Флаг «Рассчитать искажения снимков» – включить. Флаг «Строгий расчет» – отключить. Положение переключателя – выбрать «Ортофотоплан».

Следующие флаги «по умолчанию» выставлены как надо, но на всякий случай приводим их правильное положение. «Преобразование «Снимок – 2D»» – выбрать «По контурам класса «Рельеф»». Кнопка «Контура» – проверить, что в выборку рельефа включены нужные коды: пикеты рельефа, пикеты, структурные линии. Флаги «Учитывать связующие точки» и «Учитывать опорные точки» включить. Переключатель «Точно» установить. Флаги «Рассчитать 2D-координаты областей со снимков» и «Рассчитать положение областей на листе фотоплана» включить. Флаги «используя рамку трапеции» и «используя регионы, построенные в стерео» отключить. «Порядок укладки снимков на фотоплан» – «По маршрутной схеме», «слева направо» и «сверху вниз», «Приоритет укладки» – «по горизонтали».



Рис. 3.6. Список снимков для расчета геометрии

Кнопка «Принять». Окно «Параметры расчета геометрии преобразований» закрылось.

В окне «Фотоплан» флаг «Рассчитать геометрию преобразований» – включить, кнопка «Выполнить». Если сообщений об ошибках нет, переходим к расчету пробного фотоплана. Кнопка «Параметры расчета фотоплана» (открылось окно) (рис. 3.7).

«Метод буферизации» – выбрать «Накидной монтаж», все флаги в окне параметров отключить, цвет заливки выбрать любой, «Принять». Окно «Параметры расчета фотоплана» закрылось.

В окне «Фотоплан» флаг «Рассчитать фотоплан» включить, кнопка «Выполнить». По окончании расчета открыть подложку, в «Опциях показа» включить «Фотоплан» и «Нарезку», все остальное отключить, «Принять» опции показа. Рассмотреть на подложке созданные листы. Если проблем нет, закрыть подложку.

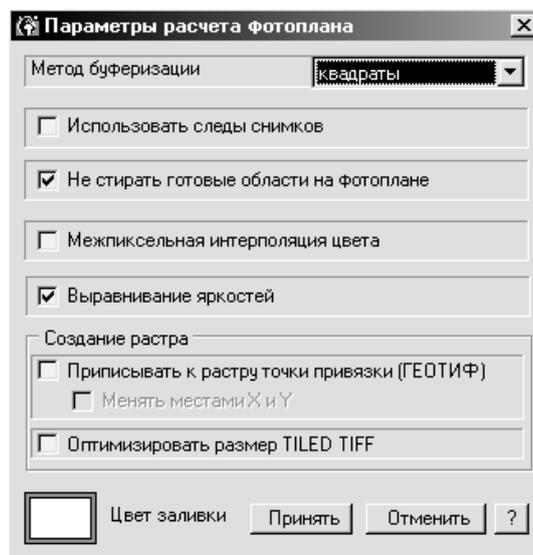


Рис. 3.7. Параметры расчета фотоплана

Теперь рассчитываем «непробный» фотоплан. В окне «Фотоплан» кнопка «Параметры выходного растра». *Открылось окно «План нарезки».* В этом окне «План – Открыть», выбрать файл «lsn.pln». «План – Сохранить», «План – Выход». *Окно «План нарезки» закрылось, текущая нарезка теперь совпадает с «lsn.pln».* В окне «Параметры расчета геометрии» снимаем флаг «Рассчитать искажения снимков», остальное оставляем без изменения, «Принять». Рассчитываем геометрию преобразований. В окне «Параметры построения фотоплана» выбираем «Метод буферизации» - «Полосы», «Цвет заливки» – белый, остальное оставляем как было. Рассчитываем фотоплан. Просматриваем листы фотоплана на подложке.

### 3.4. Визуализация рельефа

На топографических картах и планах рельеф изображается с помощью горизонталей – линий равных высот. На общегеографических и физических картах дается отмывка (штриховка) рельефа или определенной высоте рельефа местности присваивается цвет соответствующей тональности (шкала высот). В настоящее время с появлением цифровых карт и планов, увеличением быстродействия компьютерной техники появляются новые возможности представления рельефа местности. Все большую популярность приобретает трехмерная визуализация модели рельефа, так как она дает возможность даже профессионально не подготовленным людям получить достаточно полное представление о рельефе. Современные технологии трехмерной визуализации позволяют «взглянуть» на рельеф местности из любой точки пространства, под любым углом, а также «полетать» над местностью. Одной из таких программ, поддерживающих трехмерную ви-

зуализацию, является ЦФС «Талка». «Полет» над рельефом местности реализуется с помощью модуля «Fly3D».

Для запуска этого модуля должна быть создана ЦМР в ЦФС «Талка». Существует несколько способов создания ЦМР:

1 ЦМР может быть рассчитана по результатам стереорисовки проекта или построена в автоматическом режиме непосредственно в ЦФС «Талка». Следует иметь в виду, что в автоматическом режиме можно создать только ЦММ, представляющую собой поверхность, проходящую над всеми объектами местности.

2 ЦМР может быть получена с помощью метода воздушного лазерного сканирования и импортирования в ЦФС «Талка».

3 При наличии электронной карты ее можно импортировать в ЦФС «Талка» и по горизонталям и отметкам высот рассчитать ЦМР.

4 Получить ЦМР можно, если с помощью ЦФС «Талка» выполнить оцифровку рельефа по отсканированному изображению традиционной бумажной карты.

«Полет» над рельефом местности начинается с запуска модели «Fly3D». Для этих целей в меню «Сервис» необходимо выбрать «3D рельеф (полеты)». Затем указать, где на диске располагается ЦМР и, если в проекте были рассчитаны ортофотопланы, указать их расположение. Если имеется только ЦМР, трехмерная модель рельефа может быть представлена в виде сетки (рис. 3.8) либо в виде объемной поверхности, на которую наложены тени (рис. 3.9).

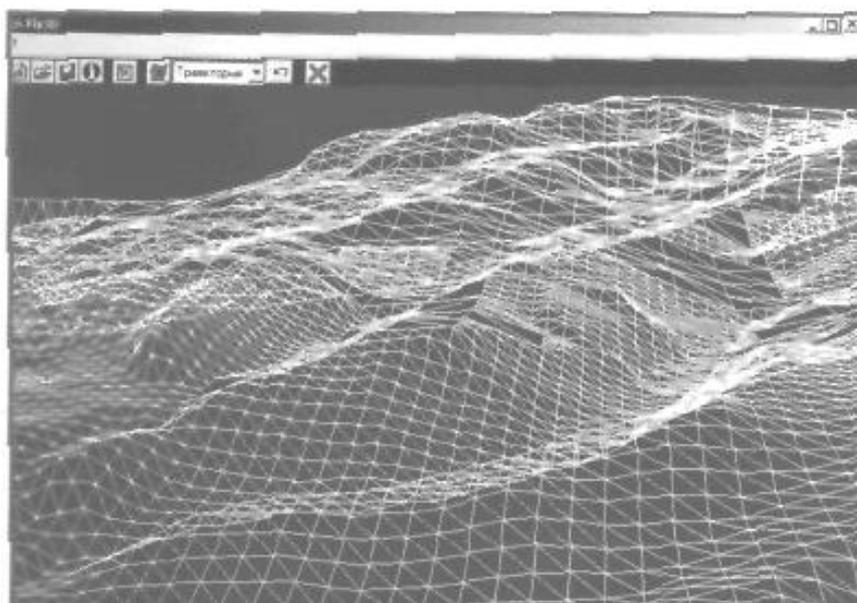


Рис. 3.8. Трехмерная модель рельефа в виде сетки

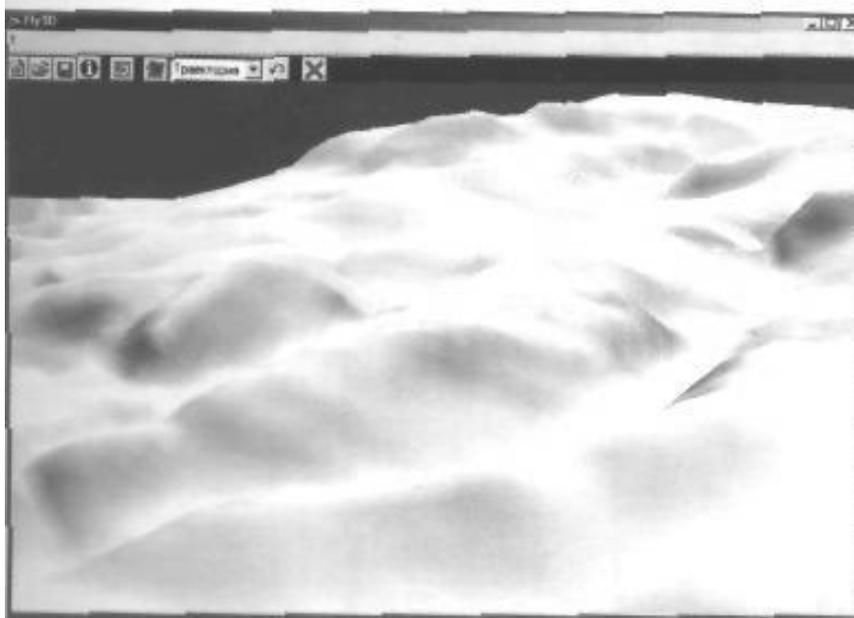


Рис. 3.9. Трехмерная модель рельефа в виде поверхности с тенями

Если на участке местности помимо ЦМР имеется ортофотоплан, то он может быть наложен на трехмерную модель рельефа (рис. 3.10).

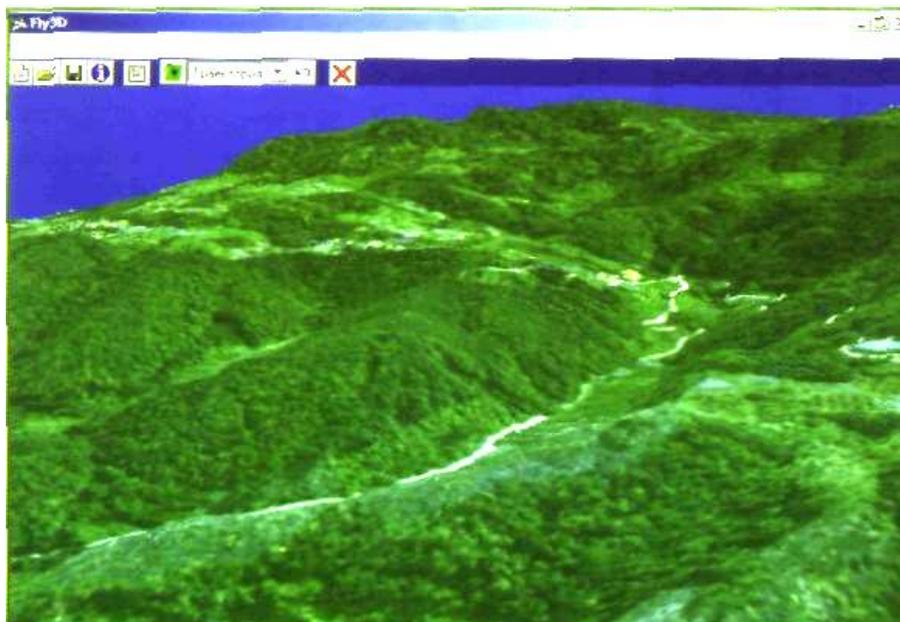


Рис. 3.10. Трехмерная модель рельефа с наложенным ортофотопланом

Из перечисленных трехмерных моделей рельефа модель с наложенным на нее ортофотопланом является наиболее информативной, так как помимо информации о рельефе местности на ней достаточно подробно представлены объекты местности.

Для равнинной местности, где рельеф выражен неявно, в программе предусмотрена возможность увеличения вертикального масштаба. Увеличив вертикальный масштаб, можно холмы «превратить» в высокие горы.

Модуль «Fly3D» дает возможность установить камеру в точке с заданными координатами, что позволяет провести виртуальную рекогносцировку местности. Кроме того, пользователь может ввести координаты траектории полета, выполнить полет по этой траектории и осмотреть местность, по которой будет проложена линия дороги, линия электропередач либо любой другой протяженный объект.

К сожалению, в настоящее время трехмерная визуализация рельефа местности используется достаточно узким кругом специалистов и не нашла практического применения у массового пользователя. Для категории пользователей, которые не привыкли работать с трехмерной моделью рельефа, в программе ЦФС «Талка» предусмотрена возможность более привычного представления рельефа в виде горизонталей (рис. 3.11) либо отмывки (рис. 3.12).

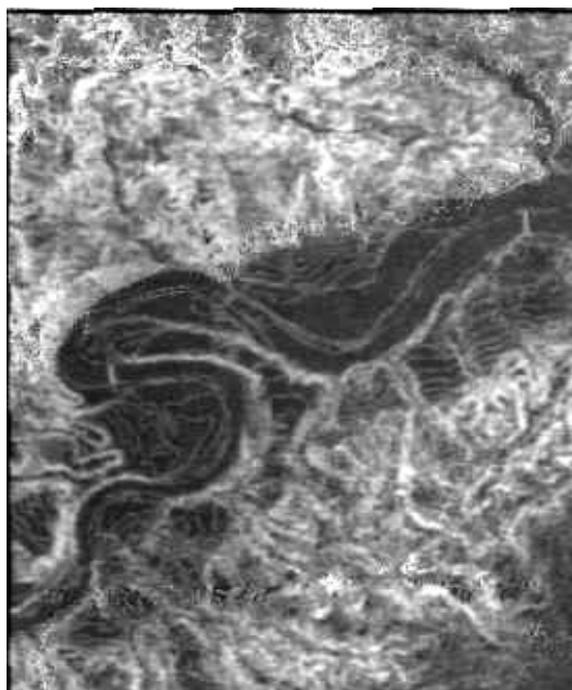


Рис. 3.11. Представление рельефа в виде горизонталей

Для большей наглядности горизонталю окрашиваются в разные цвета в зависимости от высоты. Отмывка рельефа дает наглядное представление о местности, делая изображение объемным.



Рис. 3.12. Представление рельефа в виде отмывки

Возможности ЦФС «Талка» по визуализации рельефа находят применение на различных стадиях проектирования площадных и линейных объектах, при планировании работ подразделениями ГО и ЧС и других работах.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Виды и назначение ЦМР. Способы создания ЦМР.
- 2 Расчет горизонталей по ЦМР.
- 3 Расчет фотопланов. Параметры расчета фотоплана.
- 4 Совмещение ЦМР с ортофотопланом – трехмерная модель местности. Визуализация рельефа, способы визуализации. 3D–рельеф.
- 5 Использование функции «Подложка» для получения цифровых моделей различного назначения: с сохранением фотоизображения; контурной части плана; рельефа; топографического плана; специальных планов и карт.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Настоящее учебное пособие посвящено проблеме ознакомления и обучения студентов и всех заинтересованных читателей современным методам получения картографических материалов в условиях значительных технологических изменений последнего времени в геодезии и топографии

– практически полного отказа от аналоговых методов фототопографии в пользу цифровых, получения и использования данных дистанционного зондирования, получаемых с аэроносителей и космических спутников цифровыми аэрофотоаппаратами.

Классический подход к фототопографии представлен фундаментальными трудами А. Н. Лобанова [1, 5], С. А. Мурашева [2], Н. Д. Ильинского [3]. Основными классическими положениями этих работ являются:

– базовый метод в фототопографии – стереофототопографический, предполагающий использование аэросъемочных данных (т.е. аэрофото-снимков) как для создания рельефной (высотной), так и контурной (плано-вой) частей карты;

– масштаб создаваемой топографической карты (плана) и морфология объекта съемки – главные обстоятельства, оказывающие наиболее существенное влияние на выбор аэрофотоаппарата (в частности, величины фокусного расстояния) и режима съемки (высота, скорость, величины перекрытий);

– получение нормативной точности выходного топографического материала в значительной степени зависит от качества наземных геодезических работ по плано-высотному обоснованию (определения координат опознаков) и развитию фототриангуляционной сети, что, в свою очередь, зависит от качества пилотирования и выполнения съемки в целом.

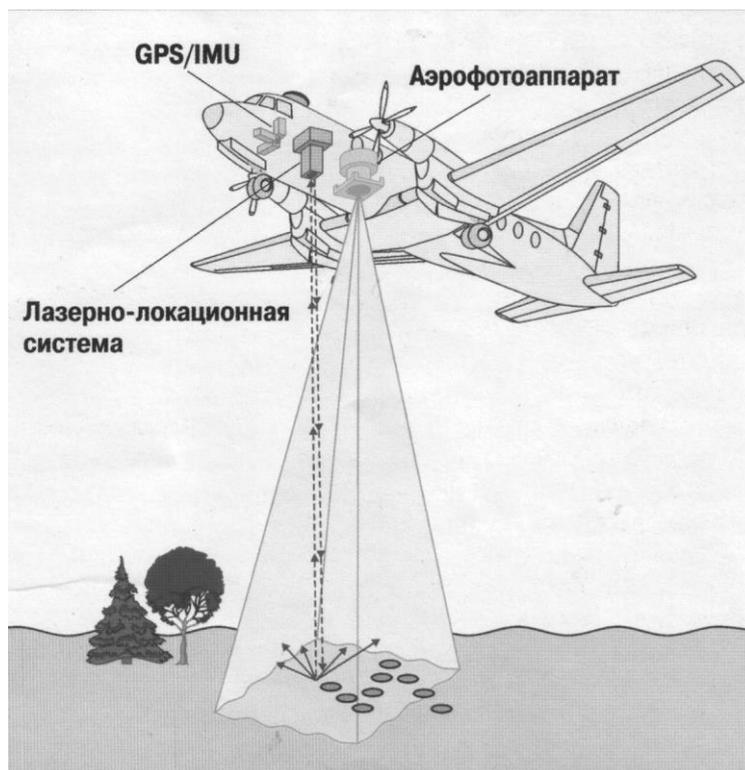
Заметим, что упомянутые труды вышли в основном 20-30 лет назад.

Каково же современное состояние фототопографии, что требует дополнения к учебной литературе по фотограмметрии и пересмотра некоторых классических теоретических положений?

1 Обязательным стало использование систем спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС как для определения пространственных координат точки фотографирования снимков, так и для контроля пилотажно-навигационных параметров и управления фотосъемочным процессом в целом (рисунок).

2 Активно стали применяться интегральные навигационные комплексы типа GPS/IMU, которые позволяют с достаточной точностью определять значения параметров внешнего ориентирования снимка как линейных, так и угловых. В некоторых случаях это позволяет полностью отказаться от работ по абсолютному пространственному ориентированию снимков, которое выполняется для их последующего ортофототрансформирования, и существенно упростить процедуру создания фототриангуляционной сети.

3 Появилась возможность выполнять одновременно фотографическую и лазерно-локационную съемку, которая не только устраняет непреодолимую зависимость оптического зондирования от облачности и иных погодных условий, но и открывает новые перспективы точного определения высот земной поверхности методом радиоинтерферометрии.



Современный аэрокосмический комплекс

4 Практически все основные компоненты современной фототопографии уже де-факто являются цифровыми, обеспеченными современными программными комплексами. Цифровые методы пришли в картографию и фотограмметрию и занимают доминантное положение. При чем возможности программного обеспечения позволяют выполнять весь комплекс работ по обработке данных дистанционного зондирования как в полевой, так и камеральной фазах.

5 Стремительно пополняется и обновляется мировая орбитальная группировка эксплуатационных спутников, выполняющих съемочные и навигационные функции. Происходит расширение круга стран, создающих собственные космические системы.

6 Наблюдается глобальная интеграция гражданского и военного назначения спутниковых данных, коммерциализация данных дистанционного зондирования. Запуски съемочных спутников осуществляют не только государственные структуры, но и частные коммерческие компании. Запуск российской государственной программы глобального спутникового охвата ГЛОНАСС с уклоном в гражданское применение позволит пользователям в России отказаться от зарубежной геоинформационной продукции и значительно продвинуть на рынок современные методы обработки аэрокосмических снимков.

7 Происходит увеличение (действительное и планируемое) доли космических стереосъемок, что значительно повышает возможности обработки и получения конечного топографического продукта и решения других задач.

8 Возросшие геоинформационные потребности общественного развития и новые практически реализованные возможности обусловили становление новой цифровой фотограмметрии, отличительной особенностью которой является высокая прецизионность.

Таким образом, с каждым годом становится все более значимым подготовка специалистов «новой технологии», владеющих современными методами и средствами получения и обработки данных дистанционного зондирования, заменяющими существующие технологии получения картографической и кадастровой информации.

Методика обучения студентов по ЦФС «Талка» успешно апробирована на кафедре «Управление недвижимостью и кадастры» ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» при обучении бакалавров и магистров направления «Землеустройство и кадастры» с 2009 по 2014 гг.

Автор надеется, что учебное пособие найдет аудиторию как среди магистров по направлению «Землеустройство и кадастры», в составе дисциплин подготовки которых предусмотрены современные фотограмметрические и геоинформационные технологии обеспечения землеустроительных и кадастровых работ, так и среди специалистов, которые уже работают в области геодезии, картографии и кадастра недвижимости.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Назаров А.С. Фотограмметрия: Учеб. пособие для студентов вузов / А.С. Назаров. – Мн.: ТетраСистемс, 2010. – 368 с.
2. Обиралов А.И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли: Учебник / А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилова. – М.: Колос, 2006. – 334 с.
3. Шовенгердт Роберт А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Роберт А. Шовенгердт – М.: Изд-во Техносфера, 2010. – 582 с.
4. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / Чандра А.М., Гош С.К.– М.: Изд-во Техносфера, 2008 – 312 с.
5. Лимонов, Анатолий Николаевич, Гаварилова, Лариса Анатольевна. Научные основы фотограмметрии и дистанционного зондирования [Электронный ресурс]. – Электрон.учеб. – М.: ФГБОУ ВПО «Государственный

университет землеустройства», 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD – ROM).  
– Загл. с экрана.

Учебное издание

Кира Геннадьевна Пахотина

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ  
НА ЦИФРОВОМ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ТАЛКА»

Учебное пособие

Научный редактор О. Ю. Цветков

Редактор Ю. Н. Осинцева

Подписано в печать 9.06.2015.

Формат 60 x 84 1/16. Бумага писчая. Ризограф FR3950EP-α.

Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 6,27. Тираж 100. Заказ 22270.

Редакционно-издательский отдел Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»  
681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Полиграфическая лаборатория Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет».  
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.