

Министерство образования и науки Российской Федерации

Московский государственный университет
геодезии и картографии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по фотограмметрической обработке снимков
на цифровой фотограмметрической системе
Photomod5 Lite и географической информационной
системе MapInfo Professional

ЧАСТЬ 2

Трассирование горизонталей, построение цифровой модели рельефа и матрицы высот, создание ортофотоплана, векторизация объектов на Photomod5 Lite и Mapinfo Professional

Москва
2018

Рецензенты:

доцент, кандидат техн. наук **В.М. Курков** (МИИГАиК);
(ЗАО «Ракурс») научный директор **А.Ю. Сечин**

Составители: Б.В. Краснопевцев, Т.Н. Скрыпицына, С.Б. Макаров

Методические указания по фотограмметрической обработке снимков на цифровой фотограмметрической системе Photomod5 Lite и географической информационной системе MapInfo Professional. Ч 2. Трассирование горизонталей, построение цифровой модели рельефа и матрицы высот, создание ортофотоплана, векторизация объектов на Photomod5 Lite и MapInfo Professional. — М.: МИИГАиК, 2018. — 76 с.

Методические указания составлены с целью помочь студентам освоить фотограмметрическую обработку снимков на цифровой фотограмметрической системе Photomod5 Lite, являющейся сокращённым вариантом ЦФС Photomod5. Методические указания состоят из двух частей. Часть 1 была издана в 2016 г. и в ней было дано пояснение, как сформировать проект, а также как построить и уравнивать сеть фототриангуляции. В Части 2 поясняется, как выполнить трассирование горизонталей, построить цифровую модель рельефа (ЦМР) и матрицу высот (МВ), создать ортофотоплан, векторизовать объекты на ЦФС Photomod5 Lite, а также выполнить векторизацию объектов с помощью географической информационной системы MapInfo Professional по ортофотоплану, созданному в Photomod5 Lite.

Для студентов специальностей «Аэрокосмические съёмки и фотограмметрия», «Картография», «Прикладная геодезия», «Архитектура», «Землеустройство и кадастры», «Информационные системы и технологии», «Информационное обеспечение инфраструктуры пространственных данных».

Электронная версия методических указаний размещена на сайте библиотеки МИИГАиК <http://library.miiigaik.ru>

ВВЕДЕНИЕ

Принятые в тексте сокращения. Инструментарий

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в освоении фотограмметрической обработки снимков на цифровой фотограмметрической системе (ЦФС) Photomod5 Lite, которая является сокращённым вариантом производственной ЦФС Photomod5.

В Интернете на сайте фирмы изготовителя ЗАО «Ракурс» по адресу www.rakurs.ru можно скопировать бесплатно следующий вариант ЦФС Photomod6 Lite, который имеет по оформлению принципиальные отличия от Photomod5 Lite. Там же предлагаются демонстрационные проекты, по которым можно самостоятельно осваивать работу на этой ЦФС. Однако на лабораторных занятиях используются другие проекты.

К комплексу программ ЦФС Photomod5 Lite прикреплено «Руководство по работе на ЦФС», где дано полное описание порядка выполнения всех видов фотограмметрической обработки как кадровых снимков, полученных в центральной перспективной проекции, так и сканерных космических снимков, полученных в проекции, зависящей от принципа работа съёмочной системы. Руководство можно вывести на экран, нажав в **Главном меню** кнопку **Справка**.

В задачу данных методических указаний не входит помощь студентам в полном освоении возможностей ЦФС Photomod5 Lite, а только ознакомление с основными фотограмметрическими процессами обработки снимков.

Методические указания состоят из двух частей. **Часть 1** была издана в 2016 г. и в ней было дано пояснение, как выполнить лабораторную работу по формированию проекта и построению сети фототриангуляции по кадровым фотоснимкам.

Содержание **Части 2** в дополнение к пояснениям преподавателя помогает студенту выполнить на Photomod5 Lite следующие лабораторные работы:

- трассирование горизонталей;
- построение цифровой модели рельефа (ЦМР) и матрицы высот (МВ);
- автоматическое построение горизонталей по ЦМР;
- построение ортофотоплана с использованием МВ;
- стереовекторизация объектов без классификатора (кодовой таблицы);
- стереовекторизация объектов с классификатором (кодовой таблицей);
- стереовекторизация объектов с нанесением на карту Панорама.

Дополнительно объясняется как выполнить векторизацию объектов с помощью географической информационной системы MapInfo Professional по ортофотоплану, созданному в Photomod5 Lite.

Принятые в тексте сокращения

лкм — левая клавиша мыши; **пкм** — правая клавиша мыши;
⇒ — проход по цепочке меню.

Инструментарий

Клавиши **Ctrl+Alt+Буква** открывают следующие окна или модули.

- Ctrl+Alt+A** — окно **Автоматическое измерение связующих точек**.
- Ctrl+Alt+B** — окно **Редактор блока**.
- Ctrl+Alt+C** — окно **Маркер (марка)**.
- Ctrl+Alt+D** — окно **Измерения**.
- Ctrl+Alt+E** — окно **Explorer**.
- Ctrl+Alt+I** — окно **Управление камерами**.
- Ctrl+Alt+K** — модуль **Измерение точек (АТ)**.
- Ctrl+Alt+L** — окно **Накидной монтаж**.
- Ctrl+Alt+M** — модуль **Мозаика**.
- Ctrl+Alt+O** — окно **Управление проектами**.
- Ctrl+Alt+P** — окно **Параметры**.
- Ctrl+Alt+R** — окно **Отчёт по взаимному ориентированию**.
- Ctrl+Alt+S** — модуль **Уравнивание блока**.
- Ctrl+Alt+T** — окно **Точки триангуляции (Все точки триангуляции)**.
- Ctrl+Alt+W** — окно **2D-окно (стереопара)**.

В окне **Редактор блока** используются следующие сочетания клавиш.

- Выделение всех изображений блока **Ctrl+A**.
- Поиск изображения по имени (части имени) **Ctrl+F**.
- Удаление выделенного маршрута..... **Shift+Del**.
- Удаление выделенных изображений **Del**.
- Добавление нового маршрута **Shift+Ins**.
- Добавление изображений из файлов,
размещенных вне ресурсов активного профиля **Ins**.

В **графических окнах системы**, реализованных на единой платформе, предусмотрены следующие сочетания клавиш.

- Увеличение изображения клавиша * цифровой части клавиатуры,
– клавиша = основной клавиатуры.
- Уменьшение изображения клавиша / цифровой части клавиатуры,
– клавиша – основной клавиатуры.

Перемещение измерительной марки по высоте вверх/вниз	PgUp/PgDn.
Завершение векторизации объекта	Enter (Ввод).
Регистрация наведения измерительной марки на точку	Insert.
Удаление выделенного объекта	Delete двойной.
Удаление выделенной точки	Delete.
Установка масштаба 1:1.....	Alt+1.
Настраиваемый масштаб	Alt+2 до Alt+4.
Предыдущий масштаб	Alt+0.
Переключение между двумя настраиваемыми масштабами	Alt-5.
Показать содержимое окна полностью.....	Alt+Enter.
Сдвиг содержимого окна на 0,9 размера окна.....	Shift+стрелки.
Переместить выделенный объект по высоте.....	Ctrl+колесо, Ctrl+PgUp, Ctrl+PgDn.
Переместить выделенную вершину	Ctrl+лкм.
Переместить выделенные объекты в плане по 4 направлениям.....	Ctrl+стрелки.
Переместить выделенные объекты в плане по 8 направлениям	Ctrl+1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 (клавиши цифровой клавиатуры).
Переместить марку в плане по 4 направлениям	Стрелки.
Переместить марку в плане по 8 направлениям	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 (клавиши цифровой клавиатуры).
Отмена выделения	Esc.

Функции буквенных клавиш

Включить/выключить видимость активного слоя	H.
Смещение выделенной точки в положение марки.....	J.
Захват (снапинг) вершины только в плане.....	B.
Захват (снапинг) вершины по 3-м координатам.....	V.
Захват (снапинг) линии только в плане.....	M.
Захват (снапинг) линии по 3-м координатам	N.
Захват (снапинг) линии в произвольной точке.....	Shift+L.
Построить горизонталы по TIN	C.

Открыть слой TIN, построить TIN по пикетам и структурным линиям	T.
Построить Матрицу высот по TIN, открыть слой с Матрицей высот.....	D.
Создать новый слой, содержащий регулярную сетку.....	G.
Создать новый слой, содержащий векторные объекты, привязанные к классификатору	S.
Открыть контекстное меню, содержащее варианты создания нового слоя либо построения данных	Ctrl+N.
Открыть контекстное меню, содержащее варианты загрузки слоя.....	Ctrl+O.

Команды функциональных клавиш

Вызов справочной информации о системе	F1.
Подстройка по высоте, смещение марки в плоскость экрана.....	F2.
Восстановить положение марки по высоте после нажатия F2	F3.
Вкл/выкл режим «марка=мышь».....	F4.
Обновить содержимое окна	F5.
Вкл/выкл режим «неподвижная марка» (смещаются снимки).....	F6.
Центрировать окно по марке.....	F7.
Вкл/выкл стереорежим в 2D-окне	F9.
Переключить прямой/обратный стереоэффект или левый/правый снимки в монорежиме	F11.
Показать/скрыть окно Диспетчер слоёв и Навигационное окно	Ctrl+F11.
Развернуть/свернуть 2D-окно	Ctrl+Shift+F11.

1. ЗАПУСК ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PHOTOMOD5 LITE

На экране монитора дважды нажать ярлычок с именем **Photomod5 Lite**. Появится окно **PHOTOMOD** (рис. 1). Вверху окна расположена **Инструментальная панель**, состоящее из **текстового** и **кнопочного меню**. Далее в тексте эта панель называется **Главное меню** (рис. 2).

В **текстовом меню** при нажатии на **имя процесса** появляется контекстное меню, в котором выбирается нужная команда и при нажатии на неё включается выполнение этой команды.

Кнопочное меню служит для включения в работу наиболее важных команд, что позволяет не терять время на их поиски в контекстных меню. При подведении стрелки к каждой кнопке появляется название команды, которая будет включена в работу. В качестве помощи в освоении меню на рис. 2 указаны расположения кнопок, включающих наиболее часто используемые команды.

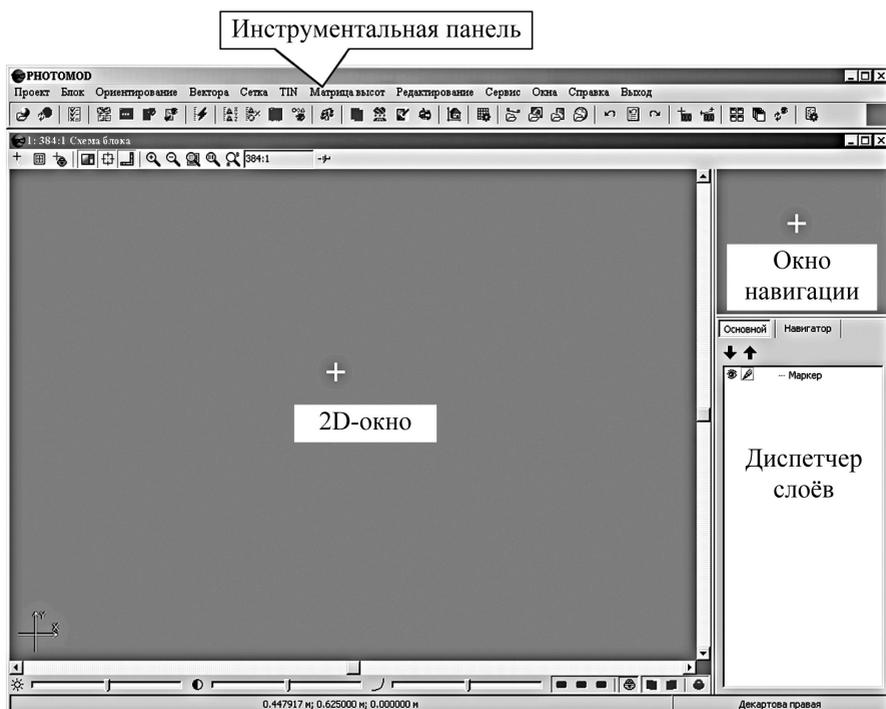


Рис. 1

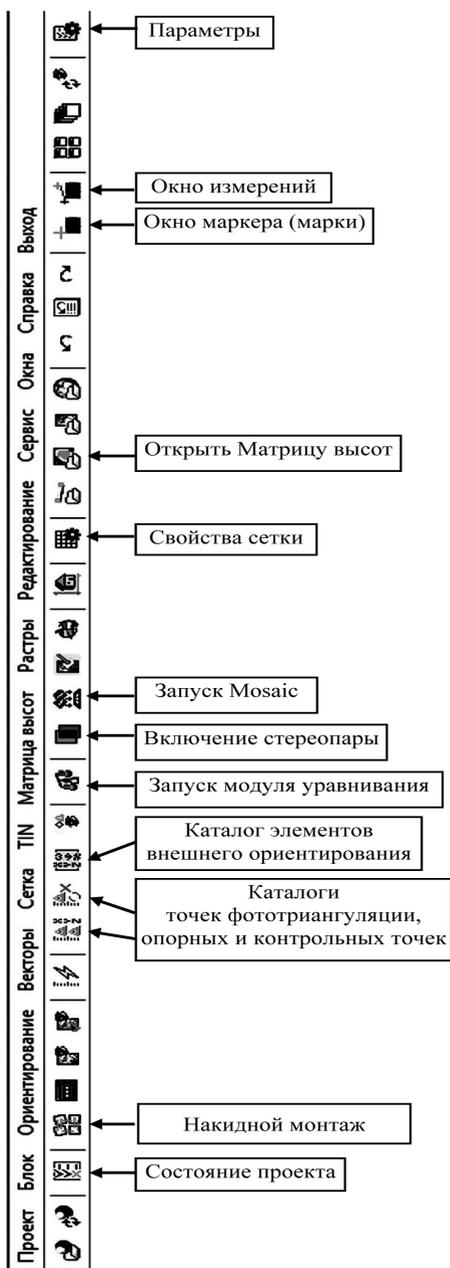


Рис. 2

Например, кнопка **Состояние проекта** выводит на экран панель, где нажатием соответствующих кнопок можно посмотреть результаты выполнения процессов ориентирования снимков, моделей, блока.

Ниже **Главного меню** расположены три **рабочих окна**: большое **2D-окно**, в котором выполняется работа со снимками, и справа **Окно навигации** (вверху) и **Окно Диспетчер слоёв** (внизу).

При запуске программного комплекса в **2D-окне** появляется **Информация** об ограничениях в **Photomod5 Lite** и как купить производственный вариант **Photomod5**. Для её закрытия нажать **Ок**.

Появляется окно **Управление проектами**, где в списке проектов нужно найти собственный (порядок его создания описан в **Части 1**), выделить его и нажать внизу кнопку **Открыть**. В **2D-окне** появится **Накидной монтаж** и можно приступать к работе со снимками.

***Примечание.** Накидной монтаж можно вызвать на экран, нажав в Главном меню Блок ⇒ Накидной монтаж ⇒ Загрузить. Появится Окно Загрузить, в котором справа найти имя Накидного монтажа с расширением *.x-ini и выделить его. Оно появится внизу в окне Имя ресурса. Нажать Открыть.*

Под **2D-окном** расположены три ползунок-регулятора изображения: **яркость** (слева), **контрастность** (посередине) и **гамма** (справа). Правей ползунков расположены кнопки регулировки **насыщенности цвета**. При нажатии на кнопку с рисунком замка загораются три кнопки красного, зелёного и синего цветов. Нажав одну из этих кнопок, ползунками можно отрегулировать насыщенность данного цвета. Закончив регулировки нажать кнопку с замком.

Кнопки справа от кнопки с замком позволяют выполнить регулировку для **каждого снимка отдельно**. Такие регулировки имеются почти на всех этапах обработки снимков. Ниже ползунков-регуляторов демонстрируются координаты положения измерительной марки.

В **2D-окне масштаб изображения можно увеличивать или уменьшать** нажатием в меню этого окна кнопок с рисунком лупы и рисунком плюса или минуса, а также клавишами * и / на цифровой панели клавиатуры.

При нажатии лупы **Показать всё** на экране появляется целиком снимок, стереопара или блок в зависимости, что обрабатывается. Нажатие лупы с цифрами **1:1** выводит на экран участок изображения, где стоит измерительная марка, под условием пиксел изображения в пиксел экрана монитора.

Перемещение изображения по экрану выполняется мышкой при нажатых клавишах **Alt+лкм**.

Окно навигации дублирует **2D-окно** и используется для быстрого перемещения в **2D-окне**. При наведении стрелки в **Окне навигации** на нужный участок изображения и нажатии **лкм** марка в **2D-окне** устанавливается на этот участок. Расположенные между окнами кнопки **Основной** и **Навигатор** переключают списки слоёв, которые изображаются в **2D-окне** и **Окне навигации**.

В **Диспетчере слоёв** оператор формирует слои, которые используются в зависимости от вида обработки снимков. Между окнами расположены **две синие стрелки**, указывающие вверх и вниз. Они используются для перемещения в **Диспетчере слоёв** названия выделенного слоя вверх или вниз. При наведении стрелки на имя слоя и нажатии **пкм** появляется контекстное меню, в котором имеется слово **Информация**, при нажатии на которое появляется окно с полной информацией о слое. Кроме того, имеются команды **Сохранить**, **Сохранить как** и **Заккрыть**, что даёт возможность не использовать аналогичные команды в **Главном меню**. Команда **Сохранить как** позволяет при сохранении задавать имена слоёв так, чтобы раскрывать их смысл.

У каждого слоя имеется **квадратик с плюсом**, при нажатии на который появляется список того, что в этом слое в окнах изображаются: схема, точки триангуляции, вектора, линии ЦМР и т.д.

Перед именем слоя стоит **цветной квадратик**. Двойным нажатием на него вызывается **палитра**, с помощью которой можно устанавливать цвета линий, точек и т.д. У каждого слоя имеется рисунок в виде **чёрной точки**, нажатием на которую можно отключать/включать в **2D-окне** объекты данного слоя.

Справа от **чёрной точки** имеется квадратик, При наведении стрелки на него и нажатии **лкм** в квадратике устанавливается **карандаш**. Тем самым указывается, что этот слой можно редактировать. Поэтому, **прежде чем начинать работу со слоем, нужно поставить перед его названием карандаш**.

2. НАСТРОЙКА КНОПОК МЫШИ

На разных этапах обработки снимков можно подключать к кнопкам мыши разные команды. Чтобы это сделать, нужно нажать Главное Меню ⇒ Сервис ⇒ **Настройка мыши**. В **Списке макросов** (слева на экране) против команды **Left** должно стоять имя **Мышь L**, т.к. **лкм** является главной кнопкой. Остальные кнопки (**пкм**, **колесо** и, если есть, **две боковые кнопки**) можно подключить к разным командам, указанным в **Списке макросов**.

Например, при трассировании горизонталей к **пкм** можно подключить команду **Insert**, используемую для регистрации измерений точек. В **Списке макросов** выделить **Insert**. Название появится над знаками **плюс/минус**. В списке **Доступные кнопки** выделить **Мышь R**. Под **Списком макросов** нажать **плюс**. Ниже в окне появится имя **Мышь R**, и это же имя установится в **Списке макросов** против команды **Insert**. Нажать **Заккрыть**.

3. НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАРКИ

Параметрами марки являются **форма, размер и цвет**. Для установки параметров нажать Главное меню ⇒ Сервис ⇒ **Параметры**. Откроется окно **Параметры**, где в разделе **Окна** указаны два слоя: **Маркер (блок схема)** и **Маркер (стереопара)**, что означает установку параметров **марки** при работе с блок-схемой или со стереопарой. При однократном нажатии на имя каждого слоя справа в окне открывается одна и та же структура установки параметров.

В окне **Тип** при нажатии на «галочку» появляется список форм измерительной марки. После нажатия на название выбранной формы марки справа в окне на тёмном фоне появляется её изображение. В окнах **Ширина** и **Высота** устанавливаются размеры марки в пикселах. При нажатии на кнопку **Сброс** в окнах по умолчанию устанавливаются размеры 21 пиксель.

После двойного нажатия на окно **Цвет** появляется палитра, в которой можно выбрать цвет марки. Цвет марки устанавливается в зависимости от цвета снимков. При измерении **чёрно-белых снимков** цвет марки лучше устанавливать жёлтый или светло-зелёный, т.к. эти цвета позволяют хорошо наблюдать марку на темных участках и не утомляют глаза. На светлых участках лучше использовать синий цвет. Красный цвет желательно не использовать, т.к. это агрессивный цвет, быстрее вызывает утомление глаз и, кроме того, он видится ближе остальных цветов, что вносит постоянную погрешность в посадку марки на поверхность модели. На **цветных снимках** можно использовать указанные выше цвета или подобрать цвет, выделяющийся на фоне снимка. Для этого внизу палитры нажать кнопку **Определить цвет**. Справа появится окно с тремя вертикальными полосами основных цветов: красного, зелёного и синего. Полосы перекрываются, образуя дополнительные цвета. Перемещая в этом окне крест, можно подбирать нужный цвет, который демонстрируется внизу в окне **Цвет|Заливка**. Яркость цвета подбирается перемещением ползунка-треугольника вдоль вертикального окна. Подобрать цвет, нажать кнопку **Добавить в набор**. Слева в одном из окошек **Дополнительные цвета** установится подобранный цвет. Нажать **Ок**. Окно с палитрой закроется. Нажать кнопку **Ок**.

4. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОРРЕЛЯТОРА

Использование коррелятора для наведения измерительной марки на точки стереопар облегчает (автоматизирует) работу, но и усложняет её из-за особенностей изображения объектов на снимках, неодинаковости их изображений на соседних снимках, а также из-за качества изображений.

Принцип наведения измерительных марок на соответственные точки на соседних снимках с помощью коррелятора следующий. Вначале по координатам на соседних снимках коррелятор находит одинаковые участки, размер которых задают в установках программы, например, 10×10 пикселей. В пределах этих участков вычисляются средние плотности изображений и определяются пиксели, на которые приходится средние плотности. Затем на них устанавливаются левая и правая измерительные марки.

Коррелятор даёт хороший результат на открытой местности с большим количеством чётко изобразившихся объектов на поверхности и при отсутствии лесных территорий, населённых пунктов, водных пространств. Если местность малоконтурная (луг, песок, вода), то коррелятор не срабатывает, т.к. трудно по соседним изображениям найти две одинаковые точки. При этом коррелятор может найти одинаковую оптическую плотность на разных точках. В результате стереомарка оказывается удалённой от поверхности модели либо вверх, либо вниз. Примером этого являются участки, покрытые лесной растительностью. Коррелятор либо не срабатывает, либо наводит измерительную марку на вершины разных, но похожих по плотности изображений деревьев. Кроме того, при наличии ветра деревья качаются и их кроны на соседних снимках не соответствуют их положению при отсутствии ветра.

Нужно учитывать также следующее. Если **рядом с точкой находится высотный объект** (строение, дерево, столб, линии электропередач и т.п.), то коррелятор не сможет правильно навести левую и правую марки на изображения этой точки на соседних снимках. Это объясняется тем, что в центральной перспективной проекции изображения высотных объектов на соседних снимках «опрокидываются» в разные стороны. **Имеющееся на одном из снимков повреждение изображения** (царапина, пятно и др.) рядом с выбранной точкой также исказит работу коррелятора. **Нельзя выбирать точки в тени высотных объектов**, т.к. повышенная плотность изображения затрудняет работу коррелятора. В результате указанных выше причин расчёт плотности на одинаковых участках соседних снимков даёт разное плановое положение левой и правой марок, и стереомарка устанавливается либо в «воздухе», либо под «землёй».

5. РАБОЧАЯ ПЛОЩАДЬ СТЕРЕОПАРЫ

На стереопаре фотограмметрические работы выполняются в пределах рабочих площадей. **Рабочая площадь стереопары** — это **центральная часть продольного перекрытия двух соседних снимков, ограниченная линиями, проходящими посередине поперечных и тройных продольных перекрытий.**

На рис. 3 изображены два перекрывающихся снимка Л и П, составляющие стереопару. Левые и правые границы рабочей площади стереопары (на рисунке она заштрихована) проходят примерно через главные точки снимков o_L и o_P . При продольном перекрытии 60% эти границы отстоят от соответствующих границ площади стереопары на 10% от длины продольной стороны снимка. Верхняя и нижняя границы рабочих площадей стереопар при поперечном перекрытии 30-40% проходят от соответствующих краёв снимков на расстояниях, составляющих 15-20% от длины поперечной стороны снимка. **На границах рабочей площади выполняется свodka горизонталей и контуров, полученных на соседних стереопарах.**

Для определения примерного положения границ рабочей площади стереопары нажать Главное меню \Rightarrow Блок \Rightarrow Построить разметку. Разметку можно сделать как на **Накидном монтаже**, так и на отдельной стереопаре, но при этом разметка появится на всех стереопарах блока. В окне **Построение разметки** поставить точку слева от слова **Стереопар**, а также перед по **диаграмме Вороного** или перед **Алгоритм версии 4.x** (имеется ввиду Photomod4). Эти два варианта дают практически одинаковый результат. В разделе **Удаление узких полос** ползунок сдвинуть

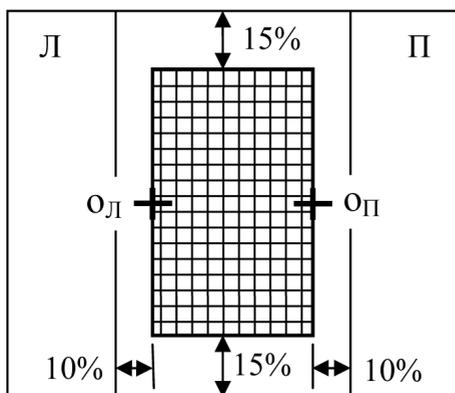


Рис. 3

на **Макс**. Нажать **Ок**. На снимках появятся линии, ограничивающие на стереопаре площадь для проведения работ, а в **Диспетчере слоёв** появится слой **Разметка**.

Чтобы линии были лучше видны на фоне снимков, им можно подобрать цвет. Для этого в **Диспетчере слоёв** слева от слова **Разметка** дважды нажать на цветной квадратик. В появившемся списке против слов **Объекты без классификатора** дважды

ды нажать на цветной прямоугольник. В появившейся палитре нажать на квадратик с нужным цветом, а затем на **Ок**. Список закроется, и на стереопарах появятся линии разметки, окрашенные в выбранный цвет.

Созданную разметку нужно сохранить в ресурсах активного профиля. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на **Разметка** и нажать **ПКМ**. Навести стрелку на **Сохранить как** и нажать **ЛКМ**. Появится окно **Сохранить слой: Разметка (Векторы)**. Внизу в окне **Имя ресурса** после слова **Разметка** записать номер стереопары, факультет, курс, группу, подгруппу, фамилию. Файл, в котором будет храниться разметка, имеет расширение *.x-data.

Для вывода **Разметки** на снимки нажать Главное меню ⇒ **Векторы** ⇒ **Открыть**. В появившемся окне справа в ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранится **Разметка**, навести на него стрелку и нажать **ЛКМ**. Внизу в окне **Имя ресурса** появится имя файла. Нажать **Открыть**.

Нужно отметить, что в маршрутах на крайних стереопарах слева и справа, а также на крайних верхнем и нижнем маршрутах блока разметка охватывает площадь стереопары до её края в сторону отсутствующего снимка.

6. ТРАССИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Горизонталы (изогипсы) — линии на карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой высотой над уровнем моря и, в совокупности, отображающие рельеф местности.

Т.к. основная часть фотограмметрической обработки снимков выполняется с использованием стереорежима, целесообразно лабораторные работы начинать с **трассирования горизонталей**. Это позволит студенту освоить стереонаблюдение поверхности модели местности, наведение марки на точки этой поверхности и перемещение измерительной марки по поверхности модели. Кроме того, трассирование горизонталей при создании топокарты существует как отдельный вид работы, когда в пределах стереопар перепад высот небольшой (в пределах трёх-пяти горизонталей) и отсутствует изрезанность рельефа.

Чтобы выполнить трассирование горизонталей, необходимо выбрать стереопару. В **2D-окне** на **Накидном монтаже** (как его вызвать см. **Примечание** на с. 8) навести стрелку на один из снимков стереопары и нажать **лкм**. Снимок будет обведён светящейся рамкой.

В **Главном меню** (см. рис. 2) нажать кнопку  (**Открыть новое 2D-окно на стереопару** (Ctrl+Alt+W)). Откроется новое **2D-окно**, в котором будет расположен выбранный снимок. Меню этого окна (рис. 4) в отличие от меню исходного **2D-окна** (см. рис. 1) имеет ряд дополнительных кнопок, которые используются при наблюдении снимков в **Стереорежиме**.

Для трассирования горизонталей необходимо создать слой векторов. В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой**. В **Диспетчере слоёв** появится слой **Векторы**. В этом слое будет стоять карандаш, указывая, что слой можно редактировать.

Вывести на экран **Панель инструментов для работы с векторами**. В **Главном меню** нажать **Окна** ⇒ **Панели инструментов** ⇒ **Векторы**. Появившуюся **Инструментальную панель** перевести в правый верхний угол экрана.

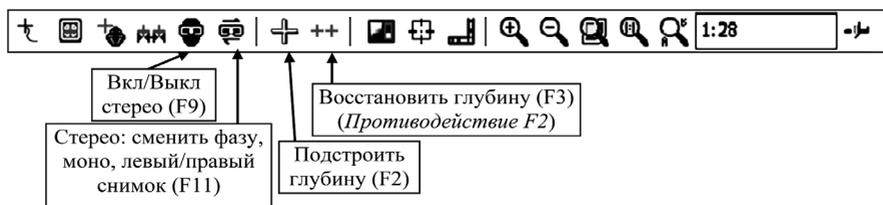


Рис. 4

Далее включить **Стереорежим**. В меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  (**Вкл/Выкл стерео (F9)**). Появится снимок, составляющий стереопару со снимком, открытым ранее. По умолчанию откроется соседний правый снимок в маршруте. Если будет выбран **последний снимок справа в маршруте**, то откроется снимок, **расположенный слева**.

Надеть очки и, наблюдая стереоизображение, перемещением стереомарки по площади стереопары и вращением колёсика мыши, найти, где стереомарка будет лежать на поверхности. Для более комфортного восприятия глазами стереоизображения использовать клавишу **F2**, при нажатии которой стереомарка и все точки, расположенные на высоте марки, будут смещены в плоскость экрана. Если будет наблюдаться **обратный стереоэффект**, например, вместо строений, лесных массивов будут видны ямы или вместо долин — хребты, то для переключения прямой↔обратный стереоэффект в меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  с рядом функций: **Стерео: сменить фазу; моно; левый/правый снимок (F11)**.

Т.к. стереоизображение, расположенное перед экраном, воспринимается хуже, чем стереоизображение, расположенное за экраном, трассирование горизонталей лучше начинать с вершин. Эта рекомендация касается, прежде всего, начинающего оператора-стереофотограмметриста. Нужно выбрать высокую вершину и навести на неё марку, используя коррелятор (клавиша **Пробел**) или колёсико мыши. После этого нажать клавишу **F2**. Верхняя точка вершины будет в плоскости экрана, а всё остальное изображение можно будет рассматривать за экраном без напряжения глаз и головного мозга. В меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку увеличения **1:1**.

Вывести на экран **Окно маркера (марки)**. В **Главном меню** (см. рис. 2) нажать кнопку  (**Окно маркера (марки)**) или Окна ⇒ **Окно маркера (марки)**. **Окно маркера (марки)** переместить вправо под **Диспетчер слёв**. Если в **Окне маркера (марки)**, кроме декартовых координат **X, Y, Z**, показаны координаты **WGS**, то их отключить, нажав кнопку с этими буквами.

На **Панели инструментов Векторы** нажать кнопку **Полилиния**, а если горизонталь будет замкнутой, то кнопку **Полигон**. В **Окне маркера (марки)** установить и зафиксировать высоту самой близкой к вершине горизонтали. Для этого на клавиатуре набрать высоту горизонтали и нажать клавишу **Enter (Ввод)**. Эта команда выводит марку на высоту горизонтали. Чтобы высота не менялась, её нужно зафиксировать. Для этого в **Окне маркера (марки)** нажать кнопку **Z**. Теперь при вращении колёсика мыши высота не будет меняться.

Далее стереомарку перемещать по поверхности, отслеживая все выступы и выемки, не отрывая её от поверхности и не зарывая под поверхность. Положения марки регистрировать нажатием на клавиатуре клавиши **Insert (Регистрация)**. В этом случае удобно подключить к пкм команду **Регистрация** (см. раздел **Настройка мыши**). Закончив трассирование горизонтали, в **Окне маркера (марки)** снять фиксацию высоты горизонтали. Для трассирования следующей горизонтали повторить описанные выше действия по установке её отметки с учётом высоты сечения. По мере спуска к низким отметкам нажимать клавишу **F2** для лучшего восприятия стереоизображения.

***Примечание.** При трассировании горизонталей, особенно при малых сечениях, горизонталей как бы создают полотно, закрывающее земную поверхность. В результате оператор-фотограмметрист плохо воспринимает стереоизображение земной поверхности. В этом случае нужно в **Диспетчере слоёв** отключить визуализацию протрассированных горизонталей, изучить рельеф, положить марку на поверхность и включить изображение горизонталей. Оценив правильность их положений, продолжить трассирование.*

Можно предложить такой метод трассирования горизонталей. Горизонталей протрассировать через одну, увеличив в два раза величину сечения. В этом случае горизонталей получатся разреженными, и земная поверхность будет просматриваться между ними. После этого между ними можно протрассировать недостающие горизонталей, доведя до требуемой высоты сечения.

Завершив трассирование горизонталей, в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на название слоя **Векторы** и нажать пкм. В появившемся контекстном меню нажать **Сохранить как**. В открывшемся окне **Сохранить слой** внизу в окне **Имя ресурса** написать **Горизонталей**, номер стереопары, факультет, курс, группу, подгруппу, фамилию и нажать **Сохранить**. Горизонталей будут сохранены в файле с расширением ***.x-data**.

Для открытия сохранённых горизонталей в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранятся горизонталей, выделить его и нажать **Открыть**.

7. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА (ЦМР) И МАТРИЦЫ ВЫСОТ (МВ)

7.1. Принцип построения ЦМР

Построение ЦМР местности или поверхности искусственного объекта основано на том, что положение каждой точки какой-либо поверхности можно задать тремя координатами X, Y, Z в определённой ориентированной пространственной системе координат.

Чтобы построить ЦМР, необходимо набрать на поверхности местности (объекте) пикеты. Набор пикетов выполняют разными способами:

хаотическим набором пикетов, но это долго и утомительно. Кроме того, набираются лишние пикеты, не помогающие отразить характер рельефа;

в качестве пикетов можно использовать **точки фототриангуляции**, которая является первым процессом при фотограмметрической обработке снимков. Однако их можно использовать в качестве дополнительных точек, т.к. при построении фототриангуляции не ставится задача отобразить форму рельефа;

в качестве пикетов можно использовать **точки, полученные при векторизации объектов**, но они также могут быть использованы только в качестве дополнительных точек;

набором пикетов по методике тахеометрической съёмки: на вершинах, в местах изменения углов ската, на бровках оврагов, вдоль водосливной линии (тальвега), в ямах, на урезах воды и т.д., но для этого нужно быть квалифицированным топографом. Кроме того, это утомительно и долго;

набором пикетов в узлах сетки квадратов (она называется **регулярной сеткой**). Недостатком такой сетки является то, что какой-то элемент рельефа, например, овраг, окажется между линиями сетки и, следовательно, не будет изображён. Чтобы это избежать, нужно уменьшить шаг сетки, что приводит к увеличению затрат времени и трудоёмкости работы;

проведением полилиний, представляющих собой последовательное расположение пикетов, соединённых линиями. Полилинии проводят вдоль экстремальных линий рельефа (водоразделов, тальвегов, подошв склонов, бровок и т.д.), т.е. там, где резко меняется угол ската. В результате полилинии создают **скелет местности** и их называют **структурными линиями**. На этих линиях горизонталы резко меняют свою кривизну. Структурные линии обладают важным свойством: они не **позволяют выполнять интерполирование между пикетами, расположенными**

по разные стороны этих линий, например, между пикетами, расположенными на противоположных скатах хребта или долины. Однако эти линии не позволяют полностью отобразить характер рельефа;

использованием горизонталей. Этот способ используется при наличии карты с горизонталями. Если карта цифровая, то выделяют слой с горизонталями и строят ЦМР. Если карта в графическом виде, то на сканере её переводят в цифровую форму и дальше действуют, как указано для цифровой карты.

Набор пикетов выполняется либо оператором в стереорежиме, либо автоматически с помощью коррелятора. При использовании **коррелятора** следует учитывать, что он не всегда даёт хороший результат (см. п. 4). В связи с этим приходится тратить много времени на редактирование полученных измерений.

В ЦФС Photomod построение ЦМР основано на построении **нерегулярной сетки из треугольников** (английский термин **TIN** — Triangular Irregular Net), которую в 1936 г. предложил член-корреспондент АН СССР Б.Н. Делоне. При построении ЦМР треугольник имеет преимущество перед квадратом, т.к. через три точки можно провести плоскость. Вершины треугольников должны располагаться на таком расстоянии друг от друга, чтобы соединяющие их стороны лежали на поверхности. Если сторона какого-либо треугольника не совпадает с поверхностью или внутри треугольника имеется холм (углубление), то в этом месте добавляют пикет, тем самым заменяя большой треугольник треугольниками меньшего размера. Такими действиями можно добиться положения, когда не только вершины и стороны треугольников лежат на поверхности, но и внутри треугольников нет выступов или провалов. В результате будет получена **многогранная поверхность**, имитирующая реальную поверхность, участки которой заменяются плоскостями внутри каждого треугольника. Т.к. между вершинами треугольников угол ската не меняется, можно выполнить линейное интерполирование и определить положения **горизонталей** на линиях, соединяющих вершины. Соединив одинаковые высоты линиями, получают горизонталы (операция, аналогичная тахеометрической съёмке).

7.2. Порядок построения TIN

Порядок построения TIN следующий:

- 1) построить регулярную сетку в пределах площади, на которую нужно построить TIN;
- 2) по регулярной сетке с помощью коррелятора измерить пикеты на поверхности местности;

3) провести структурные линии вдоль водоразделов, тальвегов, бровок и тому подобных линейных форм рельефа, тем самым измерив вдоль них пикеты и получив скелет местности, на который будут наложены горизонтали;

4) по измеренным пикетам и структурным линиям построить нерегулярную сетку TIN;

5) отредактировать построенную TIN путём её просмотра и вставки дополнительных пикетов в местах несовпадения плоскостей треугольных ячеек TIN с поверхностью модели;

6) выполнить оценку точности построения TIN.

7.3. Построение регулярной сетки в пределах площади TIN

7.3.1. Подготовительная работа

Регулярную сетку можно построить в пределах рабочей площади стереопары снимков или её части, а также на весь блок снимков или его части.

Перед началом работы необходимо вывести стереопару на экран. Для этого нужно открыть **Накидной монтаж** (см. **Примечание** на с. 8). **Если стереопара уже выведена на экран, то следующий абзац пропустить.**

На **Накидном монтаже** навести стрелку на левый снимок стереопары и нажать **лкм**. Снимок будет обведён светящейся рамкой. В **Главном меню** нажать кнопку  (Открыть новое 2D-окно на стереопару (Ctrl+Alt+W)). Откроется новое **2D-окно** (см. рис. 4), в котором будет расположен выбранный снимок. Далее в меню этого окна нажать кнопку  (**Вкл/Выкл стерео (F9)**). По умолчанию откроется соседний правый снимок в маршруте. Если в **маршруте справа** будет выбран **последний снимок**, то откроется снимок, **расположенный слева** — **предпоследний**.

В **Диспетчере слоёв** создать слой **Векторы**. Для этого в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой**. На экран вывести **Окно векторных инструментов**. Для этого в **Главном меню** нажать **Окна** ⇒ **Панели инструментов** ⇒ **Векторы**. Появившееся окно с инструментами перевести в правую часть экрана под **Диспетчер слоёв** или над окном **Навигатор**.

Сетку можно построить в пределах **прямоугольника, четырёхугольника** и **многоугольника**. Это зависит от конфигурации участка, на который нужно построить ЦМР.

7.3.2. Построение регулярной сетки в пределах прямоугольника

Чтобы **построить регулярную сетку в пределах прямоугольника** нужно нажать Главное меню ⇒ Сетка ⇒ Создать. В Диспетчере слоёв появится слой **Сетка**, где стоит карандаш, показывающий, что слой редактируется.

Далее нужно охватить прямоугольником часть стереопары, на которую предполагается построить TIN. С этой целью стрелку поставить у предполагаемого левого верхнего угла территории так, чтобы верхняя и левая границы прямоугольника прошли выше и левее верхней и левой границ этой территории. Нажать **Shift+лкм** и, удерживая их, мышкой сместить стрелку по диагонали в правый нижний угол так, чтобы правая и нижняя границы прямоугольника прошли правее и ниже правой и нижней границ территории. В результате на стереопаре будет построен **прямоугольник**. При этом для обеспечения рамки TIN нужно, чтобы прямоугольник охватил большую площадь, чем площадь территории, на которую строится TIN. Отпустить кнопки. В пределах построенного прямоугольника появится **регулярная сетка** в виде точек.

Регулярная сетка построится по тем величинам, которые ранее были внесены в свойства сетки. Чтобы установить собственные свойства, нажать Главное меню ⇒ Сетка ⇒ Свойства. Появится окно, в котором внести изменения (если это необходимо) в длины сторон квадратов сетки с учётом рельефа. Для равнинной местности — стороны можно задавать более длинными, чем для рельефной местности. *На лабораторных занятиях эти величины согласовать с преподавателем.*

При построении регулярной сетки в пределах рабочей площади стереопары нужно вывести на экран **Разметку**, показывающую **границы рабочих площадей стереопар** (см. п. 5, с. 13–15). Построение прямоугольника выполняется так же, как описано выше. При этом рамка разметки должно располагаться внутри прямоугольника для обеспечения границ рабочей площади стереопары.

7.3.3. Построение регулярной сетки в пределах четырёхугольника или многоугольника

Вместо прямоугольника любой участок стереопары можно охватить **четырёхугольником** или **многоугольником**. Для этого нужно выполнить следующие действия. В **Окне векторных инструментов** нажать кнопку **Режим ввода полигонов (G)**. При этом у кнопки изменится цвет фона. В **Диспетчере слоёв** поставить карандаш перед слоем **Векторы**. После этого стрелку поставить рядом с верхним левым

углом участка стереопары и нажать **лкм**. На это место встанет марка. Зарегистрировать её положение нажатием клавиши **Insert** или **пкм**, если к ней подключена команда **Регистрация** (п. 2, с. 10). Появится белый крест. Перевести стрелку в правый верхний угол. Нажать **лкм** и на это место встанет марка. Зарегистрировать её положение. Далее последовательно перевести марку в правый и левый нижние углы и выполнить каждый раз регистрацию. В заключение нажать **Ввод** (Enter). Будет получен четырёхугольник. **При построении границы в виде многоугольника** поступают также, выполняя регистрации на каждой поворотной точке.

Чтобы **построить регулярную сетку** в пределах построенного **четырёхугольника** или **многоугольника** нужно подвести стрелку к любой стороне его границы и дважды нажать **лкм**. Граница выделится (изменит цвет). Далее нажать Главное меню ⇒ Сетка ⇒ **Создать границы из векторов**. Появится окно **Добавить области**, где под надписью **Добавить полигоны с векторного слоя** выделить **Выбранные полигоны**. Окно исчезнет, а на стереопаре в пределах четырёхугольника или многоугольника появятся точки **регулярной сетки**.

7.3.4. Построение регулярной сетки в пределах блока снимков

Чтобы **построить сетку на весь блок снимков**, нужно на экран вывести **Накидной монтаж** (как это сделать см. **Примечание** на с. 8), а затем нажать Главное меню ⇒ Сетка ⇒ **Свойства**. Откроется окно **Свойства сетки**, а также на изображениях появятся точки регулярной сетки с учётом установленных в окне величин. В **Диспетчере слоёв** появится слой **Сетка**. Если установленные величины в окне **Свойства сетки** не удовлетворяют характеру местности, то изменить шаг сетки и другие параметры. Нажать кнопку **Применить**, и расстановка точек изменится. Нажать **Ок**. В результате будет построена регулярная сетка в виде точек, расположенных в одной плоскости на высоте, установленной в **Свойствах сетки**.

7.3.5. Сохранение сетки

Сетку сохранить в ресурсах. Для этого в **Диспетчере слоёв** нажать Сетка ⇒ **Сохранить как**. Появится окно **Сохранить слой: Сетка**. Внизу в окне **Имя ресурса** стоит слово **Сетка**. Нужно добавить номер стереопары, факультет, группу, подгруппу и фамилию, что, в дальнейшем, позволит легко найти этот файл. Файл, в котором хранится сетка, имеет расширение *.x-grid. Если возникнет необходимость вывести на

экран сохранённую сетку, то в Главном меню нажать Сетка ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранится сетка, выделить его и нажать **Открыть**.

7.4. Измерение пикетов по регулярной сетке

Чтобы получить пикеты для создания TIN, точки сетки нужно положить на поверхность. Для этого в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Расчёт пикетов**. Появится окно **Расчёт пикетов**, где в разделе **Конфигурация коррелятора** нужно указать тип местности. Чтобы его выбрать, нажать «галочку». Появится окно **Конфигурация коррелятора**, где указаны пять типов местности: **горная местность, городская застройка, пустыня, сельская местность, сельская местность 2**. Типы местности не требуют пояснения, кроме **Сельская местность 2**. Под этим типом разработчики программы понимают местность *«с неоднородными частями рельефа, а также при наличии снимков с большим углом засечки; в конфигурации используется маска большего размера; точность расчёта пикетов в конфигурации ниже, чем при использовании типа сельская местность»*.

В разделе **Область поиска** поставить точку перед **Все изображения**, если сетка сделана на весь блок; перед **Выделенные изображения**, если сетка сделана на изображениях, выведенных в **2D-окно**. Если нужно изменить их состав, то нужно нажать справа **кнопку с тремя точками**. Появится окно **Выбор изображений**, где поставить «галочки» перед номерами снимков, взятых для построения сетки. Если сетка строится в пределах стереопары, то поставить точку перед **Активная стереопара**.

Использовать разметку пропустить.

Если межмаршрутных стереопар нет, то перед **Использовать межмаршрутные стереопары** «галочку» не ставить.

Если имеются снимки с малым углом засечки (большим процентом продольного перекрытия), что приводит к большим погрешностям в определении высот точек, то для отбраковки таких погрешностей поставить «галочку» перед **Учитывать угол засечки**. Минимальный угол засечки устанавливается ползунком. **Если таких снимков нет, то «галочку» не ставить.**

Значения **Площади** слоя и **Примерное число узлов** сетки рассчитывается автоматически, но если их нужно изменить, то нажать **кнопку Свойства** и в открывшемся окне **Свойства** сетки внести изменения. После этого закрыть окно **Расчёт пикетов** и повторить указанные выше действия.

В разделе **Начальное приближение** нужно указать примерную высоту точек на местности, что облегчит работу коррелятора. **При обработке стереопары** поставить точку перед **Средняя высота стереопары**. Если **обрабатывается блок**, то поставить точку перед **Заданная высота** (средняя высота на территории, охватываемой блоком) и указать её значение. Если на данную территорию имеется матрица высот, то поставить точку перед **Матрица высот**. Нажать **кнопку с тремя точками**. На экране появится окно **Сохранить**, в папке **Data**, подпапке **dem** хранится файл, содержащий **Матрицу высот**. Выделить его имя и нажать **Открыть**.

В разделе **Точность** указывается точность работы коррелятора. Если «галочку» не поставить, то допустимая погрешность рассчитывается автоматически с учётом выбранной конфигурации коррелятора.

В разделе **Дополнительно** при установке «галочки» перед **Сохранять оценки качества в атрибуты** среди близлежащих точек будут удаляться точки, имеющие наименьший коэффициент корреляции.

Установка «галочки» перед **Удалить избыточные точки** позволит сократить количество пикетов, полученных из разных стереопар в районе одного и того же узла сетки. **При работе со стереопарой «галочку» не ставить.**

Установка «галочки» перед **Случайное распределение точек** позволяет выбирать пикеты с удалением от узла сетки не далее полразмера ячейки сетки.

В разделе **Назначение** поставить точку перед **Сохранить в ресурсы**. Затем нажать кнопку **Настроить**. В появившемся окне **Настройка сохранения пикетов** поставить точку перед **Сохранить в один ресурс**. Нажать **кнопку с тремя точками**. Появится окно **Сохранить**, где внизу в окне **Имя ресурса** записать **Пикеты**, номер стереопары, факультет, группу, подгруппу, фамилию. Нажать **Сохранить**. Окно закроется. В окнах **Настройка сохранения пикетов** и **Расчёт пикетов** последовательно нажать кнопки **Ок**. На экране демонстрируется процесс измерения пикетов с помощью коррелятора. По окончании выводится протокол с указанием количества. Нажать **Ок**. На экране внутри рамки сетки появятся отметки высот измеренных пикетов.

После этого **Сетку** можно удалить, нажав в **Диспетчере слоёв** Сетка ⇒ **Заккрыть**. На экране останутся только **Пикеты**.

Для **открытия пикетов** в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранятся пикеты, выделить его и нажать **Открыть**.

***Примечание.** Иногда при открытии файлов векторов появляется окно с информацией, что **векторы сохранены в другой системе координат или в проекте с другими результатами уравнивания.** Например, это может возникать при открытии векторов на другой стереопаре. В этом случае открыть стереопару, на которой выполнялась работа. Или же в упомянутом выше окне нажать **Ок** и повторить **Векторы** ⇒ **Открыть**. В появившемся окне **Открыть** внизу нажать **Настройка**. Откроется окно **Параметры**, где справа в окне **Пересчёт координат** поставить точку перед **Геодезические координаты**. Нажать **Ок**. Во вновь появившемся окне **Открыть** внизу поставить также точку перед **Геодезические координаты**. Снова выделить файл и нажать **Открыть**.*

7.5. Измерение пикетов при проведении структурных линий

Структурные линии необходимо проводить по экстремальным линиям рельефа: водоразделам, тальвегам, бровкам, подошвам склонов, береговым линиям озёр и рек и т.п., т.е. там, где резко меняется угол ската. В результате проведения этих линий будет получен скелет местности, на который будут наложены горизонталы, и на этих линиях они будут резко менять свою кривизну.

Чтобы пикеты не мешали при проведении структурных линий, их нужно закрыть, нажав в **Диспетчере слоёв** на чёрную кнопку в слое **Пикеты**.

В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой**. В **Диспетчере слоёв** появится слой **Векторы** и в скобках указан порядковый номер открытия векторных слоёв. В этом слое также должен стоять карандаш, указывающий, что этот слой редактируемый. Если на экран выведено **Окно с инструментами векторного слоя**, то в нём нажать кнопку **Режим ввода незамкнутых полилиний (L)**. Кнопка выделится голубым фоном. При отсутствии этого окна нажать **Окна** ⇒ **Панели инструментов** ⇒ **Векторы**.

Включить **Стереорежим**. Для этого в меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  (**Вкл/Выкл стерео (F9)**). Надеть очки и, наблюдая стереоизображение, перемещением стереомарки по площади стереопары и вращением колёсика мыши, найти, где она будет лежать на поверхности. Можно использовать **коррелятор**: нажатием клавиши **Пробел** стереомарку опускать на поверхность.

Для более комфортного восприятия глазами стереоизображения использовать функциональную клавишу **F2**, при нажатии которой сте-

реомарка и все точки, расположенные на высоте марки, будет смещены в плоскость экрана. Если будет наблюдаться **обратный стереоэффект**, например, вместо строений, лесных массивов будут видны ямы или вместо долин — хребты, то в меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  (**Стерео: сменить фазу; моно; левый/правый снимок (F11)**).

Для текущего контроля положения марки по высоте можно вывести на экран **Окно маркера (марки)**, где указывается высота марки. В **Главном меню** (см. рис. 2) нажать кнопку  (**Окно маркера (марки)**) или Окна ⇒ **Окно маркера (марки)**. **Окно маркера (марки)** переместить вправо под **Диспетчер слоёв**. Если в **Окне маркера (марки)** показаны координаты **WGS**, то их отключить нажатием кнопки, на которой написаны эти три буквы.

Лучше начинать прочерчивать структурные линии по высоким местам — хребтам. Опустив марку на поверхность хребта, нажать функциональную клавишу **F2**. В результате высокое место окажется в плоскости экрана, а более низкие места — за экраном, где глубину воспринимать глазами легче. Далее стереомарку перемещать по хребту, отслеживая все подъёмы, спуски, выступы, выемки и, при этом, не отрывать стереомарку от поверхности и не зарывать её под поверхность. На каждом повороте линии регистрировать её положение нажатием на клавиатуре клавиши **Insert (Регистрация)**. В этом случае удобно подключить к **пкм** команду **Регистрация** (см. п. 2, с. 10). При подходе к разветвлению хребта в этом месте обязательно поставить пикет, т.к. от него нужно будет провести структурную линию вдоль хребта этого ответвления. Дойдя до конца хребта, структурную линию нужно спустить к его подошве, по которой потом также провести структурную линию.

Начиная проводить ответвление от структурной линии, нужно подвести марку к пикету на структурной линии. Марка автоматически опустится на этот пикет. Зарегистрировать её положение и начать прокладывать новую структурную линию.

При подходе к **структурной линии** нужно к ней привязаться. Для этого на панели **Инструменты векторного слоя** имеются четыре кнопки    , обеспечивающие привязку к точке (первые две кнопки) и к линии (вторые две кнопки) по трём координатам **3D** или только в плане **2D**. Эти кнопки дублируют на клавиатуре четыре клавиши **V, B, N, M** (можно не переключать на латиницу). После нажатия одной из этих кнопок или клавиш марка опускается на точку или линию. После регистрации её положения структурные линии будут связаны.

Примечание. При проведении структурных линий проконсультроваться с преподавателем о целесообразности их проведения в тех или иных местах.

Закончив проведение структурных линий, сохранить их. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на название слоя **Векторы** и нажать **ПКМ**. В появившемся контекстном меню нажать **Сохранить как**. В открывшемся окне **Сохранить слой** внизу в окне **Имя ресурса** написать, например, **Структ.Линии**, номер стереопары, факультет, группа, подгруппа, фамилия и нажать **Сохранить**. Структурные линии сохраняются в файле с расширением ***.x-data**.

Для открытия сохранённых структурных линий в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранятся структурные линии, выделить его и нажать **Открыть**.

Если при открытии файла со структурными линиями возникает проблема пересчёта координат, то она решается так же, как было описано выше для векторных слоёв (**Примечание** на с. 26).

7.6. Построение TIN

После создания двух векторных слоёв, один из которых заполнен пикетами, полученных по регулярной сетке, а другой – структурными линиями с пикетами на поворотных точках, можно приступить к построению **нерегулярной сетки TIN** из треугольников. Прежде всего, необходимо в **Диспетчер слоёв** ввести векторные слои (пикеты и структурные линии). Для этого в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В открывшемся окне найти файл, в котором хранятся пикеты, выделить его и нажать **Открыть**. На экране появятся пикеты с их высотами. Чтобы подписи высот не мешали при работе, в **Диспетчер слоёв** в слое **Пикеты** нажать на крестик. Появятся подслои. Перед подслоем **Подписи** нажать на чёрную точку. Надписи исчезнут. **Также открыть файл со структурными линиями**.

В **Главном меню** нажать **TIN** ⇒ **Построить**. Откроется окно **Создать TIN**. В разделе **Исходные данные** будут стоять имена всех файлов, установленных в **Диспетчере слоёв**. По умолчанию перед всеми стоят «галочки». Если какие-то файлы не будут использоваться в построении TIN, то «галочки» перед ними снять.

В разделе **Квазигоризонтالي** поставить «галочку» (если её нет) перед **Отображать**. Квазигоризонтали строятся по тому же принципу, что и горизонтали. Они служат для контроля построения TIN. **Началь-**

ный уровень и **Шаг** — это высота самой низкой горизонтали и высота сечения, соответственно.

В разделе **Граница** поставить точку перед **Выпуклая**. В этом случае будет компенсация отсутствия векторных объектов на пограничной части площади TIN. Нажать **Ок**. Происходит построение TIN и **Квазигоризонталей**.

Следующий этап это **редактирование TIN**, которое выполняют в стереорежиме, но в Photomod5 имеется программа **Фильтрация**, позволяющая выполнить редактирование TIN в первом приближении.

7.7. Фильтрация векторных объектов TIN

В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Фильтрация**. В появившемся списке (рис. 5) указываются различные способы фильтрации векторных объектов. Среди них имеется **Фильтр строений и растительности**, который позволяет выполнить фильтрацию точек, попавших на высотные объекты (дома, деревья) или в ямы, и получить слой пикетов, расположенных только на поверхности местности.

Навести стрелку на название этого фильтра и нажать **лкм**. На экране появляется левая половина окна **Фильтр строений и растительности** (рис. 6).

Вверху в окне **Слой** отображается имя активного векторного слоя. Нажать внизу кнопку **Показать параметры прохода**. Появится **правая половина окна** с надписью вверху **Проход**, а на кнопке изменяется надпись на **Скрыть параметры прохода**. Если её нажать, то **правая половина окна** закроется.

Фильтрация выполняется в два этапа: 1) выполняется отбраковка острых выбросов, вызванных ошибками коррелятора, а затем 2) отбраковываются пикеты, находящиеся на высотных объектах.

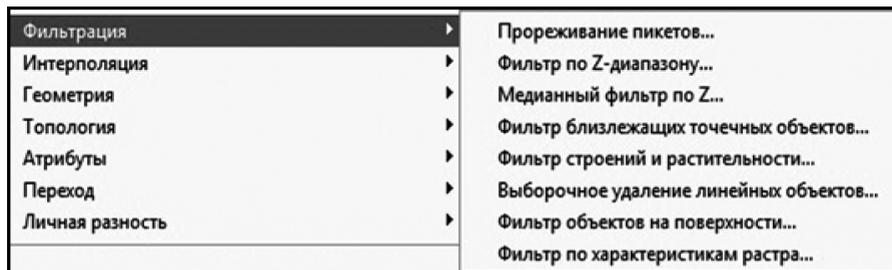


Рис. 5

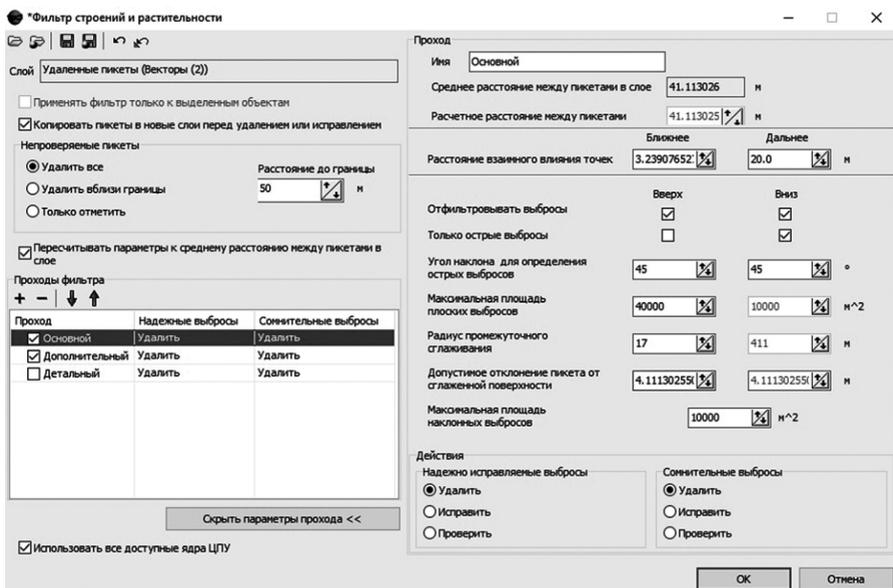


Рис. 6

1. На **первом этапе** для отбраковки пикетов городских и межнаселённых территорий, а также территорий без сложных форм рельефа используются **Основной** и **Дополнительный** проходы. Для отбраковки пикетов на карьерах, насыпях, оврагах, террасах и пр. используется **Основной**, **Дополнительный** и **Детальный** проходы.

При выборе **Основной** проход нужно нажать **Показать параметры прохода**. С правой стороны добавится часть окна с **Параметрами фильтрации** (рис. 7). Для типового случая необходимо установить два числовых параметра: **Расстояние взаимного влияния точек** и **Угол наклона для определения острых выбросов**, и поставить «галочки» у параметров **Отфильтровывать выбросы** и **Только острые выбросы**.

Расстояние взаимного влияния точек в окне Ближнее показывает фактическое среднее расстояние между пикетами, а в окне Дальнее - радиус окружности, в области которой значения отметок пикетов анализируются на предмет ошибок.

Отфильтровывать выбросы — это позволяет выбрать пикеты для фильтрации: пикеты на поверхности (высотные объекты) и/или пикеты под поверхностью (ямы).

Примечание. Для работы фильтра необходимо установить хотя бы один флажок.

	Ближнее	Дальнее	
Расстояние взаимного влияния точек	3.23907652	20.0	м
	Вверх	Вниз	
Отфильтровывать выбросы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Только острые выбросы	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Угол наклона для определения острых выбросов	45	45	°

Рис. 7

Только острые выбросы — это служит для фильтрации только острых выбросов над/под поверхностью, которые определяются значениями параметров **Расстояние взаимного влияния пикетов** и **Угол наклона для определения острых выбросов**, остальные параметры не учитываются.

Примечание. Если угол между тремя точками превышает значение параметра **Угол наклона для определения острых выбросов**, то выброс принято называть острым.

На первом этапе задаётся значение параметра **Дальнее** в метрах, равное размеру объекта, на котором пикеты должны быть удалены полностью.

Примечание. Максимальное значение параметра **Дальнее** не должно превышать **100 м**.

Устанавливаются все четыре «галочки».

Угол наклона для определения острых выбросов для первого этапа устанавливается минимально возможный для повышения вероятности удалить острые выбросы. Чем меньше задаётся угол, тем больше пикетов будет отбраковано.

Примечание. Типовой угол для острых выбросов **20–30°**.

Далее в левой части окна **Фильтр строений и растительности** (рис. 6) поставить «галочку» перед **Дополнительный проход**. Установить такие же значение параметров **Расстояние взаимного влияния точек**, «галочки» **Отфильтровывать выбросы**, **Только острые выбросы** и **Угол наклона для определения острых выбросов**, как и в предыдущем проходе. Нажать **Ок**.

После отбраковки появляются два новых слоя: **Удалённые пикеты** (пикеты, отбракованные фильтром) и **Непроверяемые пикеты** (пикеты с недостаточным количеством соседних точек для статистики).

Результат отбраковки рекомендуется проверить в стереорежиме.

2. Для выполнения **второго этапа: Отбраковка точек, попадающих на высотные объекты**, в Диспетчере слоёв нужно активировать (установить «карандаш») слой **Пикеты**, который прошёл первый этап фильтрации. В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Фильтрация** ⇒ **Фильтр строений и растительности**. Выбрать **Основной** проход и нажать **Показать параметры прохода**. Задать значение параметра **Дальнее** в метрах, то же самое, что и в первом этапе. **Максимальное значение параметра *Дальнее* не должно превышать 100 м.**

Установить только две верхние «галочки». Нижние «галочки» снять.

Угол наклона для определения острых выбросов на этом этапе будет больше влиять на отбраковку, т.к. в облаке точек после первого этапа фильтрации уже нет острых выбросов. Угол вычисляется, исходя из физических характеристик объекта: уклон местности, перепад высот, наличие сложных форм рельефа. Чем меньше задан угол, тем больше пикетов отбраковывается.

Далее в левой части окна нажать на **Дополнительный** проход. Установить такие же значение параметров **Расстояние взаимного влияния точек**, «галочки» **Отфильтровывать выбросы**, **Только острые выбросы** и **Угол наклона для определения острых выбросов**, как и в предыдущем проходе. Нажать **Ок**.

После отбраковки появляются два новых слоя: **Удалённые пикеты** (пикеты, отбракованные фильтром) и **Непроверяемые пикеты** (пикеты с недостаточным количеством соседних точек для статистики). Результирующий слой пикетов должен содержать точки, лежащие только на земле.

Т.к. ни одна программа не обеспечивает решение задачи на 100%, результат работы **Фильтра строения и растительности** необходимо отредактировать в **стереорежиме**.

7.8. Редактирование TIN в стереорежиме

В стереорежиме необходимо отредактировать TIN таким образом, чтобы она достоверно аппроксимировала поверхность стереомодели, т.е. не только вершины и стороны треугольников должны лежать на поверхности, но и внутри треугольников не должно быть выступов или провалов, превышающих заданную высоту сечения горизонталями. Поэтому нужно не только проверить нахождения пикетов на поверхности модели, но и, если это необходимо, добавить пикеты, уменьшая тем самым размеры треугольников.

***Внимание.** Сам слой TIN не редактируется. Для внесения изменений в TIN нужно редактировать те векторные слои, например, пикеты и структурные линии, на основе которых происходило построение TIN.*

В связи с этим, если нужно переместить вершину треугольника TIN, то в Диспетчере слоёв поставить карандаш в слое **Пикеты** или **Структурные линии**. Только в этом случае измерительная марка будет автоматически опускаться на вершину, которую нужно переместить.

В начале нужно просмотреть квазигоризонтالي, т.к. они позволяют быстро найти ошибки в работе как коррелятора, так и программы **Фильтрация**. Если квазигоризонтали образуют **пирамиду вершиной вверх или вниз**, это указывает, что точка, расположенная на вершине пирамиды, сильно отклонилась от поверхности модели. Нужно посадить марку на такую точку и нажать клавишу **Delete**. Пирамида исчезнет. Таким способом будут исключены грубые отклонения вершин TIN от истинного положения. После этого квазигоризонтали сделать невидимыми, чтобы они не мешали рассматривать положения вершин TIN относительно поверхности стереомодели. Для этого в Диспетчере слоёв нажать на крестик перед TIN. Появится список подслоёв, входящих в TIN. Перед **Квазигоризонтали** нажать на чёрную точку.

Далее необходимо переместить вершины TIN на землю с крыш строений и вершин отдельных деревьев. Для этого марку подвести к вершине TIN. Она автоматически опустится на вершину, которая при этом будет выделена. Сместить марку в сторону, опустить её на землю и нажать клавишу **J**. Посадку марки на землю можно выполнить вращением колёсика мыши, наблюдая стереоизображение, или с помощью коррелятора нажатием на клавишу **Пробел**.

На **лесных участках** вершину TIN нужно опустить с вершин деревьев на поверхность. Для этого нужно определить высоту положения измерительной марки. Во-первых, высота марки показывается внизу экрана под **2D-окном** вместе с плановыми координатами. Можно вывести на экран **Окно марки (маркера)**, в котором указываются координаты положения измерительной марки. Для этого нажать Окна ⇒ **Окно маркера**.

Исправление положений вершин TIN на лесных участках выполняется следующим способом. Если **лес редкий и при увеличении изображения сквозь листву просматривается поверхность** и, следовательно, марку можно опустить на эту поверхность, то в этом случае нет проблемы. Если **лес густой**, то нужно **измерить высоту деревьев**, наводя марку на вершину дерева и на поверхность рядом с деревом и беря разность показаний высоты марки в **Окне марки (маркера)**. Это

можно сделать при наличии поляны или на краю лесного участка. Далее, наведя марку на вершину дерева, вращением колёсика мыши уменьшить высоту марки на высоту дерева и зарегистрировать её положение.

Если на местности расположена **плотная одинаковой высоты** растительность (лесной массив, высокая луговая растительность), то все пикеты, измеренные на вершинах этой растительности, можно опустить на земную поверхность сразу на всём участке. Для этого вначале нужно **выделить пикеты**.

Если участок имеет в плане форму, близкую к **квадрату** или **прямоугольнику**, групповое выделение пикетов можно выполнить следующими действиями. Установить стрелку у левого верхнего угла участка, нажать клавишу **Shift** и кнопку **лкм**. После этого смещением мыши к правому нижнему углу участка растянуть прямоугольник. Когда весь участок будет включён внутрь прямоугольника, клавишу **Shift** и кнопку **лкм** отпустить.

Если участок имеет в плане сложную форму, то выделение пикетов выполняются с использованием **полигона**. Для этого нажать Главное меню \Rightarrow Редактирование \Rightarrow Групповое выделение \Rightarrow **Полигон**. Установив стрелку у первой точки, фиксируют её положение нажатием **Shift + лкм**. Далее перемещаются вдоль периметра участка, фиксируя поворотные точки полигона. Фиксирование последней точки выполняют двойным нажатием **лкм**.

Пикеты, расположенные внутри созданной границы, будут выделены сменной цветом. Выделение пикетов снимается нажатием клавиши **Esc**.

После выделения пикетов прямоугольником или полигоном перемещение пикетов (объектов) в зависимости от **плоскостности и наклонности поверхности местности на участке** можно выполнить следующими способами.

В **Главном меню** нажать Векторы \Rightarrow Геометрия \Rightarrow **Переместить**. Появится окно Переместить объекты.

1. Если **участок рельефный и наклонный**, то поставить точку перед **Установить Z**, а под ней в окне установить высоту растительности со **знаком минус**. Под надписью **Применить** поставить точку перед **K выделенным**. Нажать **Ок**. Выделенные пикеты опустятся на установленную высоту растительности. При опускании пикетов будет с известной степенью достоверности повторяться рельеф поверхности.

2. Если на участке поверхность горизонтальная и плоская, то пикеты можно опустить на эту поверхность следующим способом. В отличие от предыдущего способа в окне **Установить Z** нужно установить **высоту** данного участка местности. Далее действовать как в первом способе.

Завершив редактирование, необходимо сохранить TIN. Для этого в Диспетчере слоёв навести стрелку на название слоя TIN и нажать **пкм**. В появившемся контекстном меню нажать **Сохранить как**. В открывшемся окне **Сохранить слой** внизу в окне **Имя ресурса** написать TIN, номер стереопары, факультет, группу, подгруппу, фамилию и нажать **Сохранить**. TIN сохранится в файле с расширением ***.x-tin**.

Для открытия сохранённой TIN в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранится TIN, выделить его и нажать **Открыть**.

Если при открытии файла TIN возникает проблема пересчета координат, то она решается так же, как было описано выше для векторных слоёв (с. 26).

7.9. Построение горизонталей по TIN

Для построения векторных горизонталей по TIN необходимо, чтобы в **2D-окне** были видны вершины и линии TIN, а в **Диспетчере слоёв** был слой TIN. Порядок открытия TIN указан в конце предыдущего параграфа.

В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Построить горизонтали** ⇒ **По TIN**. Откроется окно **Построить горизонтали по TIN**.

В окне **Начальный уровень** стоит число, соответствующее минимальной высоте на участке построения TIN, а нужно установить высоту самой нижней горизонтали, кратной значению высоты сечения рельефа горизонталями. Например, при высоте сечения 10 м и минимальной отметке 228 м самая низкая горизонталь будет иметь высоту 230 м. Можно установить и 220 м, но эта горизонталь не будет видна на изображении.

Можно уточнить значения минимальной и максимальной высот на участке, но для этого нужно закрыть окно **Построить горизонтали по TIN**. В **Диспетчере слоёв** навести стрелку на слой TIN и нажать **пкм**. В появившемся меню навести стрелку на **Информация** и нажать **лкм**. В появившемся информационном списке найти значения минимальной и максимальной высот на участке. Нажать **Ок** и снова открыть окно **Построить горизонтали по TIN**.

В окне **Шаг** (правильно **Сечение**) установить высоту сечения в метрах.

В окнах **Основные горизонтали** и **Утолщённые горизонтали** («галочка» стоит по умолчанию) автоматически проставляются числа, исходя из высоты сечения и условия, что утолщается каждая пятая горизонталь.

У окна **Дополнительные горизонтали** «галочка» не стоит по умолчанию. Если нужно причертить дополнительные горизонтали, то ставится «галочка» и в окне записывается число, равное половине высоты сечения основных горизонталей.

Чтобы линии горизонталей были не ломанными, а плавными, поставить «галочку» перед **Сглаживание** и перемещением ползунка установить степень плавности.

Если поставить «галочку» перед **Пропускать горизонтали длиной менее**, то в окне поставить длину такой горизонтали в метрах на местности. Расчёт длины такой горизонтали нужно произвести, исходя из её длины на карте и масштаба карты. Например, чтобы на карте масштаба 1:5000 не было горизонталей менее 5 мм, в окне нужно записать 25 м (5 мм × 5 м/мм).

Нажать **Ок** и будет произведено построение горизонталей, а в **Диспетчере слоёв** появится слой **Горизонтали**.

Для **изменения цвета и толщины** горизонталей в **Главном меню** нажать Окна ⇒ **Классификатор горизонталей**. Двойное нажатие на цветное окно вызывает на экран палитру, в которой можно задать **цвет горизонталей**. Для облегчения редактирования основных и утолщённых горизонталей их можно окрашивать в разные цвета, но окончательно они должны быть окрашены в один тёмно-коричневый цвет. Здесь же можно менять **толщину горизонталей**, но на топографических картах установлено соотношение толщин (1 к 2) и оно не меняется при смене масштаба карты.

Для сохранения горизонталей в **Диспетчере слоёв** нужно привести стрелку на слой **Горизонтали** и нажать **ПКМ**. В появившемся контекстном меню нажать **Сохранить как**. В открывшемся окне **Сохранить слой** внизу в окне **Имя ресурса** написать **Горизонтали**, указать номер стереопары, факультет, курс, номер группы и подгруппы, фамилию и нажать **Сохранить**. **Горизонтали** сохранятся в файле с расширением *.x-data.

Для **открытия** сохранённых горизонталей в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Открыть**. В ресурсах активного профиля найти имя файла, в котором хранятся горизонтали, выделить его и нажать **Открыть**. Если при открытии файла с горизонталями возникает проблема пересчёта координат, то она решается так же, как было описано выше для векторных слоёв (см. с. 26).

7.10. Представление TIN в виде 3D-модели

Чтобы рассмотреть ЦМР в трёхмерном изображении, открыть TIN в 2D-окне (если она не открыта). В **Диспетчере слоёв** обязательно поставить карандаш перед слоем TIN. В **Главном меню** нажать Окна ⇒ **3D-окно**.

На экране появится **3D-окно** и слева от него **Окно Настройки**. В этом окне в слое TIN нажать крестик. Появится список всех TIN. Нажать крестик перед нужным TIN и откроется список. Перед **Вкл** должна стоять «галочка». Нажать крестик перед **Тип модели**. В появившемся списке поставить точку перед **Текстура**. В **3D-окне** появится разноцветное изображение рельефа поверхности в пределах TIN. Нажать крестик перед **Способ отображения** и в появившемся списке поставить точку перед **Заливка**.

В Меню **3D-окна** (рис. 8) четыре кнопки: **Вращение**, **Показывать вспомогательную окружность**, **Перспективная проекция** и **Моно** включены по умолчанию и имеют голубой фон (на рисунке фон серый).

Кнопки в левой части меню до кнопок стереорежима при включении выключают нажатую кнопку.

Нажав кнопку **Вращение**, можно **поворачивать изображение вокруг оси X** (наклонять на себя или от себя) путём **перемещения стрелки по экрану вверх/вниз**. При перемещении стрелки по экрану влево/вправо выполняется **Поворот изображения вокруг оси Z** (в горизонтальной плоскости).

Нажав кнопку **Растяжение вдоль оси Z** и перемещая стрелку по экрану **вверх/вниз**, можно **усиливать/уменьшать представление о рельефе**.

Кнопка **Анимация** включает автоматическое вращение изображения. Скорость вращения регулируется ползунком справа от кнопки **Анимация**.

Можно рассматривать рельеф в стереорежиме. Для этого нажать кнопку **Анаглифическое стерео** или **Покадровое стерео** в зависимости от того, какой способ применяется в компьютере. **Анаглифический** режим даёт не очень хорошее изображение из-за сокращения диапазона применяемых цветов.

Кнопка **К начальным настройкам** сбрасывает все произведённые действия и возвращает к исходному положению.

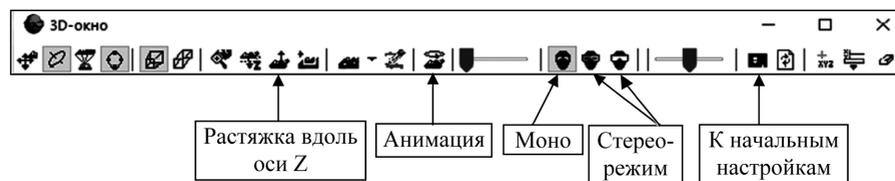


Рис. 8

7.11. Построение Матрицы высот

При создании ортофотоплана необходимо выполнить ортофототрансформирование снимков, из которых будет смонтирован ортофотоплан. Однако при ортофототрансформировании снимков нужно для каждого пикселя иметь значение высоты на местности. Для этого используется **Матрица высот (МВ, в английском написании обозначается DEM — Digital Elevation Model)**, которая создаётся в виде **регулярной сетки** из квадратов. **МВ** можно построить по пикетам, набранным тем или иным способом (TIN, горизонтали, пикеты).

Сетка из квадратов позволяет, используя плановые координаты точки, расположенной внутри квадрата, вычислить её высоту путём интерполяции между известными плановыми координатами и высотами углов квадрата. С увеличением сложности рельефа местности размер квадратов уменьшаются.

Для построения **МВ** по TIN в **Диспетчере слоёв** выделить слой TIN. В **Главном меню** нажать Матрица высот ⇒ Построить матрицу высот ⇒ **По TIN**. На экране появляется окно **Построение матрицы высот**, в которой указаны её границы. Их можно изменить. Устанавливается размер ячейки — стороны квадрата регулярной сетки. При этом нужно учитывать, что увеличение размера ячейки приводит к ухудшению качества **МВ**. Нажать **Ок**. Появляется окно **Сохранить**. Внизу в окне **Имя ресурса** записать: МВ, номер стереопары, факультет, курс, группу, подгруппу, фамилию и нажать **Сохранить**. После этого идёт построение **МВ**, и на экране появляется её плоское цветное изображение. Переход от низких мест к высоким изображается переменной цвета от тёмно-зелёного до тёмно-коричневого.

После нажатия **Главное Меню** ⇒ Матрица высот ⇒ **Контроль точности** на экране появляется список объектов, по которым можно проконтролировать построение матрицы высот. При выборе **Контроль по точкам триангуляции** на экране появится таблица, в которой в правом крайнем столбце стоят погрешности по высоте *Z*. Если нажать на кнопку **EZ**, то погрешности выстраиваются либо по возрастающей, либо по убывающей. Если поставить по убывающей, то в верхней строке будет стоять максимальная погрешность. При выделении строки измерительная марка покажет место расположения точки на **МВ**.

8. ВЕКТОРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В СТЕРЕОРЕЖИМЕ

8.1. Подготовительные работы

Чтобы начать векторизацию объектов, необходимо выбрать стереопару. Для этого в **2D-окне** на **Накидном монтаже** навести стрелку на снимок стереопары и нажать **лкм**. Снимок будет обведён светящейся рамкой. В **Главном меню** (см. рис. 2) нажать кнопку  (**Открыть новое 2D-окно на стереопару** (Ctrl+Alt+W)). Откроется новое **2D-окно** (см. рис. 4), в котором будет расположен выбранный снимок. В меню этого окна нажать кнопку  (**Вкл/Выкл стерео (F9)**). Появится снимок, составляющий с первым снимком стереопару.

Для перехода на другую стереопару нажать **Главное меню** ⇒ **Окна**. В появившемся контекстном меню навести стрелку на **Стереопары**. Справа появится список со стрелками, указывающими переход **вправо** (переход на стереопару справа от активной стереопары), **влево** (переход на стереопару слева от активной стереопары), **вверх** (переход на стереопару на верхнем маршруте), **вниз** (переход на стереопару на нижнем маршруте). При наведении стрелки на соответствующую надпись и нажатии **лкм** происходит смещение на соседнюю стереопару. При наведении стрелки на надпись **Выбрать стереопару** появляется окно со списком номеров стереопар. Наведя стрелку на номер стереопары и нажав **лкм**, можно вывести на экран эту стереопару.

Векторизацию объектов можно выполнять (*по указанию преподавателя*) на произвольном участке стереопары или в пределах её рабочей площади. В последнем случае нужно на стереопару наложить **Разметку**, нажав в **Главном меню** **Векторы** ⇒ **Открыть**. В открывшемся окне справа найти файл **Разметка**, если она была создана и сохранена, выделить имя файла и нажать **Открыть**. Если разметка не делалась, то сделать её (см. п. 5, с. 14).

Векторизацию объектов можно выполнить 1) без использования классификатора (кодовой таблицы), 2) с использованием классификатора, а также 3) с использованием классификатора и одновременным переносом объектов на карту **Панорама**.

8.2. Векторизация объектов без классификатора (кодовой таблицы)

В **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой**. В **Диспетчере слоёв** появится слой **Векторы**. В этом слое будет стоять карандаш, ука-

Границу леса векторизовать, ведя марку по вершинам деревьев. Границу пашни векторизовать, ведя марку по земной поверхности. Реки, озера векторизовать, ведя марку по урезу воды. У озера урез воды имеет постоянную отметку на момент фотосъёмки, поэтому марку опустить на урез воды в наиболее чётко видимом месте и её положение по высоте во время векторизации не менять. Можно вывести на экран **Окно маркера (марки)** (см. с. 16) и нажать кнопку **Z**. Выполнив векторизацию объекта, нажать клавишу **Ввод (Enter)**.

Чтобы отличать разные объекты друг от друга, нужно для каждой группы объектов создавать свой слой. После выполнения векторизации первого объекта создать файл, в котором будут храниться объекты, аналогичные этому объекту. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на **Векторы** и нажать **пкм**. В появившемся меню навести стрелку на **Сохранить как** и нажать **лкм**. В появившемся окне **Сохранить слой: Векторы** внизу в окне **Имя ресурса** к слову **Векторы** дописать имя слоя (строения, дороги, растительность, гидрография и т.д.) и нажать **Сохранить**. В **Диспетчере слоёв** название **Векторы** заменится на то, что было задано при сохранении.

***В н и м а н и е :** чтобы избежать потерь из-за сбоя компьютера, закончив векторизацию каждого объекта, нужно его сохранить! Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на название слоя и нажать **пкм**. В появившемся меню навести стрелку на **Сохранить** и нажать **лкм**.*

Чтобы различать объекты в одном слое, можно воспользоваться цветовой палитрой этого слоя. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на цветной квадратик и дважды нажать **лкм**. Появится окно **Параметры отражения слоя**. Против надписи **Активный объект** навести стрелку на цветной прямоугольник и дважды нажать **лкм**. Появится цветовая палитра, в которой, дважды нажав на выбранный цветной квадратик, а затем на кнопку **Применить** и **Ок**, можно установить каким цветом будет векторизоваться данный объект.

Некоторые объекты можно векторизовать, используя стандартные геометрические фигуры. В Photomod5 Lite имеется такой набор фигур. Чтобы вызвать его на экран, нужно на **Панели инструментов для работы с векторами** (см. рис. 9) нажать кнопку . На экране появится окно **CAD объекты** (рис. 10). Вверху окна изображены геометрические фигуры: эллипс, круг, дуга, сектор, сегмент, прямоугольник, полигон. В этом ряду справа стоит «галочка», при нажатии на которую появляется способ построения фигуры. При нажатии на вторую «галочку» число способов построения фигуры увеличивается. Во всех способах на первую точку



Рис. 10

наводится стрелка, затем нажимается **лкм** и удерживается при перемещении марки между регистрациями. В каждом способе построение фигуры завершается нажатием клавиши **Enter**.

Точность относится к построению геометрических фигур, состоящих из кривых линий. Т.к. кривые линии аппроксимируются ломанными прямыми, точность аппроксимации задаётся величиной отклонения прямой линии от кривой посередине между двумя вершинами. По умолчанию устанавливается 0,5 в единицах измерения текущего проекта.

Если у **двух контуров общая граница**, нужно, чтобы все поворотные точки и соединяющие их линии на границе обоих контуров совпали. В этом случае поступают следующим образом. Подведя марку к начальной точке общей границы, нажать на клавиатуре клавишу с латинской буквой **V**. Марка встанет на точку с учётом трёх координат, и зарегистрировать её положение. После этого марку подвести к последней точке общей границы и нажать клавишу **V**. Далее в **Главном меню** нажать Векторы ⇒ Топология ⇒ Продолжить вдоль полилинии ⇒ **До положения маркера (марки) (Shift+A)**. Зарегистрировать положение марки и продолжить векторизовать объект.

Если закончив векторизацию объектов, нужно продублировать сохранение. В **Диспетчере слоёв** навести стрелку на имя векторного слоя и нажать **пкм**. В появившемся меню нажать **Сохранить**.

8.3. Векторизация объектов с классификатором (кодовой таблицей)

В **Главном меню** нажать Векторы ⇒ Создать слой с классификатором. В **Диспетчере слоёв** появится слой **Векторы**. В этом слое будет стоять карандаш, указывая, что слой можно редактировать. На экране появится пустая таблица **Классификатор [Векторы]**, но он не содержит ни кодов, ни имён объектов. Его можно заполнить с учётом специфики векторизуемых объектов. Чтобы это сделать, нужно воспользоваться инструкцией, которая открывается нажатием в **Главном меню** на кнопку **Справка** (или **F1**).

Для **топографических работ** имеется готовый классификатор, составленный с учётом государственных условных знаков. Чтобы его вы-

звать, нужно в меню **Классификатора** нажать на кнопку  (Импорт классификатора). В появившемся окне **Открыть** наверху в окне **Папка** должно стоять имя папки **VectOr**. Если стоит имя другой папки, то найти папку **VectOr**¹ в папке Photomod5 Lite и её имя поставить в окне **Папка**. Внизу в окне **Тип файлов** поставить расширение ***.rsc**. Для этого нажать на треугольник и в появившемся списке расширений нажать на **Файл классификатора (*.rsc)**. На экране появится список файлов с этим расширением. Найти имя файла с учётом масштаба карты, например, **map2000.rsc**, навести на него стрелку и нажать **лкм**. Внизу в окне **Имя файла** появится выбранное имя файла. Нажать **Открыть**. Появится окно с информацией об успешном импорте классификатора. Нажать **Ок**. Окно с информацией закроется и на экране останется классификатор (кодовая таблица). Если появится вопрос **Ресурс уже существует. Переписать?**, то нажать **Да**. При векторизации объектов, чтобы классификатор не мешал, его нужно убрать с экрана. Для этого на **Панели инструментов для работы с векторами** (рис. 9) нажать кнопку  или в **Главном меню** на кнопку Окно ⇒ **Классификатор**. Чтобы его вывести на экран, повторно нажать на одну из этих кнопок.

Перед началом векторизации объектов в **Классификаторе** нужно выбрать код, соответствующий объекту, который будет векторизован. В левой части классификатора располагаются имена слоёв родственных объектов, список которых появляется в правой части после нажатия на имя слоя. Имена объектов можно располагать в прямом и обратном алфавитном порядке нажатием вверху на кнопку **Имя**. В столбце **Тип** латинскими буквами указывается как будет изображаться объект: С — полигоном; L — линией; P — точкой. Линейные объекты, такие как дороги, реки, которые должны быть с учётом масштаба карты изображены двумя линиями, могут быть векторизованы полигоном или полилинией. Если объект подлежит заливке, то его обязательно нужно векторизовать полигоном.

Чтобы сменить цвет и тип линии нужно два раза нажать на прямоугольник в столбце **Цвет**. В появившейся таблице для смены цвета линии нажать на кнопку **Win**. Появится палитра цветов, где нажать на желаемый цвет. Можно сменить тип и толщину линии, вид заливки для площадных объектов. Завершив установки, нажать **Ок**. При этом следует учитывать, что на топографической карте изображение объектов: цвет, толщина и тип линий, цвет заливки, определяется кодовой таблицей, составленной по государственным условным знакам. Оператор-фотограмметрист может задавать указанные типы условных знаков с учётом удобства их

¹ C://ProgramFiles/Photomod5Life/VectOr

наблюдения на экране монитора, но потом по заданным кодам они будут изменены под государственный стандарт.

Включить **Стереорежим**. Для этого в **Меню 2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  (**Вкл/Выкл стерео (F9)**). Надеть очки и перемещением марки по высоте с помощью коррелятора (клавиша **Пробел**) или вращением колёсика мыши положить марку на поверхность. Для более комфортного восприятия стереоизображения нужно использовать функциональную клавишу **F2**, при нажатии которой стереомарка и все точки, расположенные на высоте марки, будут смещены в плоскость экрана. Если будет наблюдаться обратный стереоэффект, например, вместо строений, лесных массивов будут видны ямы или вместо долин — хребты, то в меню **2D-окна** (см. рис. 4) нажать кнопку  (**Стереосменить фазу; моно; левый/правый снимок (F11)**).

Наблюдая стереоизображение, начать векторизацию объектов. **Как выполнять векторизацию объектов пояснено в п. 8.2, с. 39–42.**

Если необходимо **сменить код у векторизованного объекта**, то выделяют этот объект, а в классификаторе выделяют новый код и в меню **Классификатора** нажимают кнопку . Присвоить код выделенным объектам. Появляется окно с информацией о проведённом изменении. Нажать **Ок**. Классификатор убрать с экрана Главное меню ⇒ Окна ⇒ **Классификатор**. Нажав **Enter**, снять с объекта выделение. Чтобы проверить правильность смены кода, объект выделить и вывести на экран классификатор, в котором должен быть выделенным новый код для объекта.

Закончив векторизацию объектов, продублировать сохранение. В **Диспетчере слоёв** навести стрелку на имя векторного слоя и нажать **пкм**. В появившемся меню нажать **Сохранить**.

Чтобы продолжить векторизацию объектов вместе с **картой Панорама**, нужно экспортировать файлы с векторизованными объектами на эту карту. Для этого в **Главном меню** нажать **Векторы ⇒ Экспорт ⇒ Панорама**. Появится окно **Экспорт в формат VectOr**. Вверху в окне Папка стоит имя папки **VectOr**, в которой хранятся файлы с векторизованными объектами (список их приведён в окне). В окне **Имя файла** нужно указать имя файла, содержащего векторную информацию об объектах, которая подлежит экспорту в **StereoVectOr**. Внизу в окне **Тип файла** указано **Карта VectOr (*.sit, *.map)**. Нажать **Сохранить**. Появится снова окно **Экспорт в формат VectOr**, вверху которого прописана полная дорожка, где будет храниться файл. Нажать **Ок**. Появится окно **Вопрос** с надписью **Файл: C:\.....\имя файла не существует!** и спрашивается **Создать?** Нажать **Да**. Появится окно **Создание карты VectOr**, где нужно указать масштаб карты (он должен соответствовать масштабу, с которым задавался

классификатор) и название района работ (в лабораторной работе можно любой). Под надписью **Имя файла классификатора** нужно указать имя файла с классификатором, с использованием которого векторизовались объекты. Для этого нажать **кнопку с тремя точками**. Появится окно **Открыть**, в котором в папке **VectOr** указаны файлы классификаторов. Нажать на имя файла, который использовали при векторизации, и на **Открыть**. Появится окно **Создание карты VectOr**, в котором будут прописаны введённые данные. Нажать **Продолжить**. Появится окно, в котором демонстрируется, как проходит экспорт, и в конце появляется надпись **Экспорт выполнен успешно**. Нажать **Ок**.

Можно начинать векторизацию объектов. **Как её выполнять пояснено в п. 8.2, с. 39–42.**

Закончив векторизацию объектов, нужно продублировать сохранение. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на имя векторного слоя, и нажать **пкм**. В появившемся меню нажать **Сохранить**.

8.4. Векторизация объектов с нанесением на карту Панорама

Векторизовать объекты с нанесением на **карту Панорама** можно в двух вариантах: 1) перенести на **карту Панорама** объекты, векторизованные в слое с классификатором (кодовой таблицей), и дополнить их (объяснено в предыдущих параграфах); 2) создать чистую **карту Панорама** и выполнить векторизацию объектов с одновременным нанесением на карту.

В **первом способе** в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой с картой Панорама**. Если часть объектов были векторизованы с использованием классификатора (кодовой таблицы), то сразу появляется стереопара с векторизованными объектами и карта с нанесёнными на ней контурами объектов. Если карта не появилась, то в **Главном меню** нажать **Окна** ⇒ **Карта Панорама**. В появившейся карте слева располагается **Меню Карты**. В этом меню нажать жёлтую кнопку  **Открыть карту**. В открывшемся окне указать имя файла с картой в формате ***.sit**, которая была создана ранее. Нажать **Открыть**. Появится карта с векторизованными объектами. Эти же объекты появятся на стереопаре. Можно продолжать векторизовать объекты. Включение классификатора (кодовой таблицы) производится кнопкой  **Тип объекта**. Классификатор внешне отличается от предыдущего, но работать с ним также и можно быстро разобраться, как задавать коды объектов. Чтобы карта не мешала работе со стереопарой, в **Главном меню** нажать **Окна** ⇒ **Карта Панорама**.

Во **втором способе** в **Главном меню** нажать **Векторы** ⇒ **Создать слой с картой Панорама**. В **Диспетчере слоёв** появляется слой **Век-**

торы, а в **2D-окне** появляется карта. В меню карты, расположенном слева, нажать зелёную кнопку **♥ Создать новую карту**. Откроется окно **Сохранение**, где вверху в окне **Папка** указано имя папки **VectOr**, а внизу в окне **Тип файла** указано **Карта VectOr (*. sit)**. В окне **Имя файла** вписать имя файла, в котором будут храниться объекты одного слоя, например, дороги. Для строений будет другой файл и т.п. Нажать **Сохранить**. Появляется окно **Создание карты VectOr**, в котором указать масштаб создаваемой карты, название региона (для лабораторной работы произвольное) и указать имя и путь к классификатору, нажав **кнопку с тремя точками**. Появляется окно **Открыть**, где выделить нужное имя файла с классификатором. Нажать **Открыть**. Снова появляется окно **Создание карты VectOr**. Если всё в нём записано правильно, то нажать **Продолжить**. Вверху карты будет указан путь к файлу с картой и его имя. Можно начинать векторизацию объектов. **Как её выполнять пояснено в п. 8.2, с. 39–42.**

Закончив векторизацию объектов, нужно продублировать сохранение. Для этого в **Диспетчере слоёв** навести стрелку на имя векторного слоя и нажать **пкм**. В появившемся меню нажать **Сохранить**.

9. МОНТИРОВАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНА

9.1. Запуск программы Mosaic — монтирование ортофотоплана

Программа **Mosaic** является составной частью комплекса программ **Photomod5** и опирается на результаты, полученные при построении фототриангуляции, ЦМР и МВ. Также имеется самостоятельная программа **GeoMosaic**, позволяющая смонтировать ортофотопланы по ортофототрансформированным и геопривязанным снимкам.

Для запуска программы **Mosaic** в **Главном меню** (см. рис. 2) нажать кнопку  (**Запустить Mosaic**). Появится информация об усечённой версии программы. Чтобы её убрать с экрана, нажать **Ок**. Появляется окно **PHOTOMOD Mosaic** с названием проекта в левом верхнем углу и **Меню Mosaic** (рис. 11).

Нажать **Меню Mosaic** \Rightarrow **Схема блока** или кнопку . На экран будут выведены снимки проекта, расположенные как они были получены при фотосъёмке. Количество выводимых снимков задаётся в **Меню Mosaic** \Rightarrow **Сервис** \Rightarrow **Настройки** \Rightarrow **Окна**. В строке **Схема блока** указывается количество маршрутов (первая цифра) и количество снимков в маршруте (вторая цифра). В левом нижнем углу экрана расположены кнопки уменьшения/увеличения снимков: одновременно всех или по отдельности. Справа от этих кнопок виден коэффициент. Коэффициент зависит от размеров экрана монитора и количества снимков, выводимых на экран. Например, для двух маршрутов по три снимка в каждом маршруте коэффициент равен примерно 1:45 – 40.

Если для монтирования ортофотоплана будут использованы не все снимки или для работы со снимками нужно выводить их блоками, то нажать **Меню Mosaic** \Rightarrow **Изображения** \Rightarrow **Открыть**. Появится список снимков, входящих в данный проект. Используя клавиши **Ctrl+лкм**, выделить номера необходимых снимков. Нажать кнопку **Открыть**, и на экране появятся выбранные снимки. Расположить их помаршрутно рядом друг с другом без перекрытия.

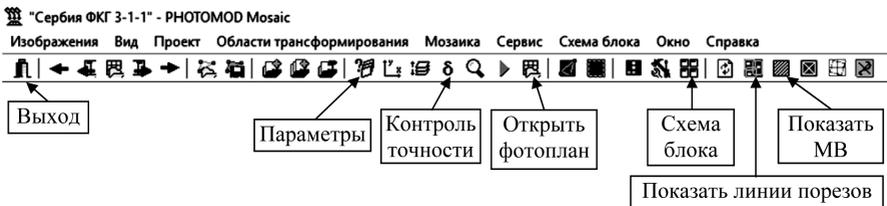


Рис. 11

9.2. Установка параметров монтирования ортофотоплана

В Меню **Mosaic** нажать Мозаика \Rightarrow **Параметры** или кнопку . Откроется окно **Параметры**, где имеются 4 кнопки: **Модель рельефа**; **Ортофото**; **Выравнивание яркости**; **Нарезка на листы**.

1. Кнопка **Модель рельефа** включается автоматически. В этом разделе нужно указать, будет ли при ортофототрансформировании снимков использоваться матрица высот (МВ) или нет.

Если **местность равнинная** и рельеф не вызывает на создаваемом ортофотоплане смещений точек больше $\delta r_{\text{доп.}} = 0,3$ мм в его масштабе, то матрицу высот (МВ) можно не использовать. Рассчитать это можно по формуле:

$$A_{\max} - A_{\min} \leq \frac{2fM\delta r_{\text{доп.}}}{r} = \frac{0,6fM}{r},$$

где A_{\max} — максимальная и A_{\min} — минимальная высоты в пределах рабочей площади снимка, на котором изобразился участок местности с самым большим перепадом высот: f — фокусное расстояние фотокамеры; M — знаменатель масштаба создаваемого ортофотоплана; r — радиус-вектор от главной точки снимка до угла рабочей площади (рис. 12, площадь заштрихована).

Рабочая площадь снимка — это его центральная часть, ограниченная линиями, проходящими посередине продольных и поперечных перекрытий. При 60% продольном и 40% поперечном перекрытиях

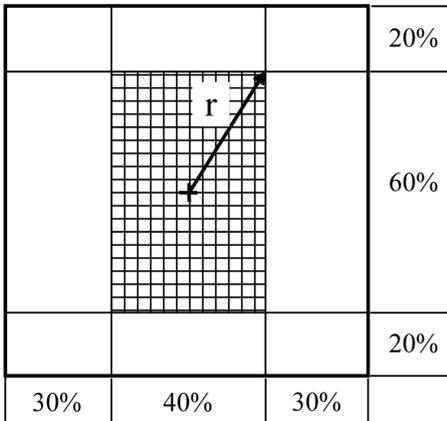


Рис. 12

линии будут проходить от краёв снимка на расстояниях, равных 30% и 20% от длины соответствующей стороны снимка.

Рабочие площади снимков содержат наиболее качественные изображения. Объектив фотокамеры из-за aberrаций и нарушения ортоскопии строит изображение тем хуже, чем ближе к краю снимка. Кроме того, увеличиваются отклонения от центральной перспективной проекции из-за рельефа местности и высоты естественных и

искусственных объектов, ухудшается резкость изображения. Поэтому при монтировании ортофото-плана используют рабочие площади снимков, но в данной программе эти площади называются **областью трансформирования**.

И так, если перепад высот меньше величины, рассчитанной по вышеуказанной формуле, то, определив A_{\max} и A_{\min} на всей территории, охватываемой ортофотопланом, вычисляют среднюю высоту по формуле

$$Z_{CP} = \frac{(A_{\max} + A_{\min})}{2}.$$

Далее, поставив точку слева от слов **На заданной высоте**, в окне указать рассчитанное значение Z_{CP} . В результате ортофототрансформирование и монтирование ортофотоплана будут выполнены **без использования МВ**.

Если **местность рельефная** и смещения точек $\delta r_{\text{доп}}$ на создаваемом ортофотоплане превышают 0,3 мм в его масштабе, то нужно поставить точку слева от слов **Матрица высот**. Нажать кнопку **Photomod**. Появится окно **Открыть**, в котором файл с матрицей высот с расширением ***.dem** записан в папке Имя проекта \Rightarrow Data \Rightarrow **dem**. Имя файла найти в правой части окна под названием **Имя**. Выделить имя файла, и оно появится внизу в окне **Имя ресурса**. Нажать кнопку **Открыть**. В окне **Параметры** справа от слов **Матрица высот** появится имя этого файла.

2. Нажать кнопку **Ортофото**. Здесь задаётся размер пиксела на ортофотоплане в метрах (на местности). **По умолчанию** устанавливается размер пиксела, равный пикселу первого снимка в блоке.

Нажать кнопку **Рассчитать**. В таблице указывается размер ортофотоплана (ширина, высота) в пикселах. Ширину и высоту можно изменить и нажать кнопку **Пересчитать**. Будет пересчитан размер пиксела. Нажать **Ок**.

Нажать кнопку **Масштаб (TIFF, BMP)**. В открывшейся таблице указать знаменатель масштаба создаваемой ортофотоплана. Автоматически будет произведён перерасчёт размеров печатного оттиска ортофотоплана в метрах и будет указано разрешение: число пикселей в дюйме (dpi), которое для ортофотоплана в графическом виде должно быть больше числа 300. Если число получилось меньше, то нужно пересчитать размер пиксела.

Поставить «галочку» (если она не стоит) в окне **Создавать MS TIFF**. Будет создана пирамида из изображений разного увеличения в файле *.TIFF, что ускорит смену увеличения изображения на экране монитора.

В разделе **Сжатие выходных изображений** оставить точку перед **Нет**. В окне **Цвет фона** оставить **Чёрный**. В окне **Яркостная интер-**

поляция оставить **Билинейная**. В окне **Файл геопривязки** нажать на «галочку» и из списка выделить **Photomod Geo**. Если векторизацию контуров планируется выполнять по ортофотоплану с помощью программы **MapInfo Professional**, то его необходимо сохранить в формате, который используется в этой программе. В этом случае в окне нужно поставить **MapInfo Tab**.

3. Нажать кнопку **Выравнивание яркости**. В разделе **Глобальное выравнивание** поставить точку слева от надписи **По средней яркости**. Если снимки сильно различаются по яркости, то нужно выбрать качественный снимок, поставить точку перед **По выбранному снимку** и справа в окне указать номер этого снимка.

В разделе **Локальное выравнивание** поставить «галочку» перед словом **Включить**, что означает выравнивание каждого снимка по сравнению с соседними снимками. После нажатия кнопки **Параметры** открывается окно **Параметры локального выравнивания**, где величины оставить по умолчанию.

Перед словами **Не использовать для яркостного выравнивания** «галочку» не ставить. Имеется в виду, что после постановки «галочки» и нажатия кнопки **Photomod** происходит выход в окно с ресурсами проекта, где нужно указать файл с изображениями, у которых не следует выравнивать яркость.

Поставить также «галочки» перед словами **Сглаживание линий совмещения** и **Использовать предварительную коррекцию яркости**.

В разделе **Нарезка на листы** поставить точку перед словом **Отсутствует**. Нажать **Ок**.

9.3. Нанесение на снимки линий порезов

Линии порезов проводят примерно по границам **рабочих площадей снимков**. Следовательно, на каждом снимке линии пореза должны проходить посередине зон продольного и поперечного перекрытий с соседними снимками. Однако при проведении линии порезов нужно учитывать, что компьютер разрезает два соседних снимка по линии пореза, намеченной на левом и верхнем снимках. Следовательно, чтобы на ортофотоплане не было разрывов при соединении снимков, линии порезов на правом и нижнем снимках должны заходить слева и сверху, соответственно, за уже намеченные линии порезов, т.е. заходить в области трансформирования предыдущих снимков. Линии порезов также не должны выходить за границы МВ, т.к. вне МВ ортофототрансформирование не выполняется.

Нанесение линий порезов на снимки выполняется в два этапа. Вначале положения линий порезов намечаются приблизительно вдоль средних линий продольных и поперечных перекрытий при мелкомасштабном изображении снимков на экране, а затем их положение уточняется на каждом снимке в увеличенном изображении.

В **Кнопочном меню** нажать расположенную справа красную кнопку  **Матрица высот** (см. рис. 11). На снимках появляется заштрихованная красными линиями площадь **МВ**. Также нажать кнопку с зелёными четырёхугольниками  **Показывать области трансформирования** (см. рис. 11). В результате при нанесении на снимке линий порезов эти области на соседних снимках будут изображаться белой штриховкой.

Предварительные линии порезов наносятся следующим образом. Установить стрелку **на левом снимке верхнего маршрута** примерно в левом верхнем углу его рабочей площади у границы **МВ**, не выходя за её пределы. Нажать **лкм** и на это место встанет измерительная марка. Нажать клавишу **Insert**, зарегистрировав положение измерительной марки. Появится косой белый крест. Нажать **лкм** и, удерживая её, переместить измерительную марку вправо, установив её посередине продольного перекрытия с правым снимком. Одновременно по правому снимку также будет перемещаться измерительная марка. При этом нельзя выходить из площади **МВ**, если видна её граница. Нажать клавишу **Insert**. Положение измерительной марки будет зарегистрировано.

Нажать **лкм** и, удерживая её, переместить измерительную марку вниз. В это время на правом и нижнем снимках будут также перемещаться измерительные марки. Установить измерительную марку посередине поперечного перекрытия. Нажать клавишу **Insert**, зарегистрировав положение измерительной марки.

Нажать **лкм** и, удерживая её, переместить измерительную марку влево и установить примерно в левом нижнем углу рабочей площади снимка, но, не выходя за границу **МВ**, если она видна. Нажать клавишу **Insert**, зарегистрировав положение измерительной марки.

В результате будут нанесены **примерные линии порезов** снимка. Нажать **Ввод** (Enter). Нанесённые линии окрасятся зелёным цветом, обозначая границы области трансформирования снимка. На соседних снимках также будут видны **заштрихованные** части области трансформирования первого снимка. После этого перейти направо ко второму снимку.

На **втором снимке верхнего маршрута** стрелку установить слеваверху внутри заштрихованной области трансформирования первого

снимка. Нажать **лкм**. После появления измерительной марки нажать клавишу **Insert**. Далее действовать до конца маршрута, как описано для первого снимка. На последнем снимке маршрута правую границу провести примерно вдоль правой границы рабочей площади снимка. Если видна граница МВ, то не выходить за неё.

Наметив линии порезов на снимках верхнего маршрута, переходят на первый снимок нижнего маршрута. Стрелку установить в левом верхнем углу снимка в пределах заштрихованной части области трансформирования первого снимка верхнего маршрута. Нажать **лкм**. Появится марка. Нажать клавишу **Insert**. После этого наметить линии порезов, как описано выше. Работа повторяется по всем снимкам этого и последующих маршрутов. На снимках последнего маршрута нижнюю линию пореза проводят примерно вдоль нижней границы областей трансформирования снимков. Если видна нижняя граница МВ, то за неё не выходить.

Будущий ортофотоплан можно посмотреть до его построения, нажав Меню Mosaic ⇒ Мозаика ⇒ **Предварительный просмотр** или кнопку . Это позволяет выявить ошибки в проведении линий порезов, которые проявляются в виде чёрных разрывов изображений между этими линиями.

Закончив нанесение предварительных линий порезов, необходимо уточнить их расположение на каждом снимке в увеличенном виде. Это связано с тем, что существуют определённые условия проведения линий порезов по изображениям объектов местности:

- линейные объекты (особенно в виде параллельных линий) разрезают под прямым углом;

- порез нельзя проводить по линии, разделяющей объекты разного тона (тёмные и светлые);

- порез нельзя проводить через объекты, имеющие хозяйственное назначение или служащие ориентирами;

- порез нельзя проводить рядом с объектами, высоко расположенными над поверхностью (например, ЛЭП, мосты и т.п.), т.к. это может привести к удвоению объекта или исчезновению его на ортофотоплане;

- населённые пункты нужно обходить. Если этого сделать нельзя, то порез проводить по широкой улице или по огородам на расстоянии от построек.

Чтобы заштрихованные площади МВ и областей трансформирования, не мешали, их отключают нажатием соответствующих кнопок в **Меню Mosaic**.

Увеличение снимка производят следующим образом. Наводят стрелку на снимок и нажимают **лкм**. Затем разворачивают окно со

снимком во весь экран, нажав кнопку Windows **Развернуть**, расположенную в правом верхнем углу экрана. Увеличение снимка выполняют вращением колёсика мыши. Можно использовать кнопку **1:1**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Снимок увеличится до размера пиксель в пиксель.

Для перемещения изображения по экрану нажать и удерживать клавишу **Alt** (на экране вместо стрелки появится изображение руки). Нажав лкм, смещением мыши переместить изображение до положения, когда станет видна линия пореза. Перемещаясь вдоль линии, найти, где не соблюдаются указанные выше условия. Подведя стрелку к линии пореза и дважды нажав лкм, перевести линию в режим редактирования. Она изменит свой цвет на белый.

Если **линию пореза** нужно **сместить влево (вправо)**, то стрелку поставить на то место, куда нужно сместить линию, и нажать **лкм**. На эту точку встанет измерительная марка. Нажать клавишу **Insert**. В результате линия сместится, и в неё вставится точка.

Если нужно **сместить точку**, то навести на неё стрелку и нажать **лкм**. Зелёный квадратик, обозначающий точку, заменится косым белым крестиком. Нажав клавиши **Ctrl + лкм**, смещением мыши сместить точку.

Если нужно **точку стереть**, то навести на неё стрелку и нажать **лкм**. Зелёный квадратик, обозначающий точку, заменится косым белым крестиком. Нажать клавишу **Delete**.

Двигаясь вдоль линии и смещая её влево или вправо, выполнить указанные выше условия. Закончив редактирование линий порезов на снимке, нажать **Ввод** (Enter). Линии порезов станут зелёными. Окно свернуть, нажав на кнопку Windows **Свернуть**, расположенную в правом верхнем углу экрана. Чтобы снимок уменьшился до размера окна, нажать расположенную в левом нижнем углу экрана (лупа на фоне квадрата) кнопку **Изображение полностью** или нажать клавиши **Alt+Enter**. С остальными снимками поступить аналогично.

9.4. Построение ортофотоплана и контроль точности

В Меню Mosaic нажать Мозаика ⇒ **Построить!** Появляется окно **Сохранение**. Вверху указывается папка **VectOr**. Записать имя файла: фотоплан, факультет, курс, группа, подгруппа и фамилия. Нажать **Сохранить**.

Возможен вариант сохранения файла с ортофотопланом в папке преподавателя. Для этого указать: С: ⇒ Student ⇒ Папка преподавателя

⇒ Папка **студента**. Свою папку студент создаёт сам. Внизу в окне **Имя файла** записано **Mosaic**, добавить факультет, курс, группу, подгруппу и свою фамилию. **Эту папку обязательно создать, если векторизация объектов будет проводиться в программе MapInfo.**

Тип файла не менять и нажать **Сохранить**. Идёт процесс построения фотоплана, в конце указывается время обработки. Нажать **ОК**. Появляется окно **Просмотр мозаики**.

Возможно после нажатия **Построить!** появление вопроса: **Проект мозаики был изменён. Сохранить?** Нажать **Да**. Появится окно **Сохранение** и далее действовать, как указано выше.

Оценка точности монтирования ортофотоплана согласно Инструкции [1] производится: по опорным точкам, на линиях пореза соседних снимков, вдоль общих рамок с соседними ортофотопланами или картами. Остаточные расхождения **плановых координат** должны быть следующими:

на **опорных точках** не должны превышать 0,5 мм для равнинных и всхолмлённых районов и 0,7 мм для горных районов. В качестве опорных точек используются точки фототриангуляции;

на **линиях пореза соседних снимков** несовмещения одинаковых контуров не должна превышать 0,7 мм для равнинных и всхолмлённых районов и 1,0 мм для горных районов;

на **рамке ортофотоплана** при сводке с соседним ортофотопланом (картой) несовмещения одинаковых контуров не должны превышать 1,0 мм для равнинных и всхолмлённых районов и 1,5 мм для горных районов.

Чтобы выполнить **оценку точности монтирования ортофотоплана**, нажать Меню ⇒ Мозаика ⇒ **Контроль точности** или в **Кнопочном меню** — кнопку **δ**. Появится таблица расхождений между координатами точек фототриангуляции и их изображениями на ортофотоплане. В эти расхождения входят погрешности сети фототриангуляции, МВ, ортофототрансформирования и ортофотоплана. Поэтому, чтобы исправить расхождения координат на точках, превышающие допустимую величину, нужно проверить все эти процессы.

Что касается расхождений на линиях порезов, то для их определения нажать Меню ⇒ Mosaic ⇒ Области трансформирования ⇒ **Отчёт по точности вдоль линий порезов**. Появится таблица **Параметры**, где устанавливают нужные параметры, названия которых поясняют их смысл. **Мин. СКО** расшифровывается как минимальное среднеквадратическое отклонение яркости сопоставляемых фрагментов. При уменьшении **шага вдоль линии пореза** увеличивается количество проверяемых участков, а также время контроля совпадения контуров

на линиях порезов. После установки параметров нажать **Ок**. Начнётся процесс определения расхождений контуров на линиях порезов, по окончании которого появится сообщение, сколько точек найдено. Нажать **Ок**. Появится таблица **Точность вдоль порезов**. При выделении строки марка укажет на ортофотоплане, где эта точка расположена. При нажатии вверху таблицы кнопки с изображением **листа бумаги** на экране появляется отчёт об оценке точности.

9.5. Выход из программы Mosaic

Нажать Изображения \Rightarrow **Выход**. Появится вопрос **Закреть PHOTOMOD Mosaic?** Нажать **Да**. Возможно появление вопроса **Проект мозаики был изменён. Сохранить?** Нажать **Да**. Идёт процесс сохранения фотоплана, в конце указывается время. Нажать **ОК**.

10. ВЕКТОРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОРТОФОТОПЛАНЕ В ПРОГРАММЕ MAPINFO PROFESSIONAL

MapInfo Professional — географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. Данная программа даёт возможность получить навыки векторизации объектов на ортофотоплане.

10.1. Запуск программы

Для запуска программы **MapInfo Professional** на экране монитора навести стрелку на ярлык **MapInfo**  и дважды нажать лкм или (при отсутствии ярлыка на рабочем столе) последовательными нажатиями лкм на **Пуск** ⇒ **Все программы** ⇒ **MapInfo** ⇒ **MapInfo Professional**. На экране монитора появится рабочее окно программы, вверху которого расположено **текстовое меню и инструментальные панели** (рис. 13).

На рис. 13 показаны три панели: **Команды** (под текстовым меню), **Операции** (под панелью команды) и **Пенал** (справа от панели команды).

Панели инструментов содержат кнопки, включающие часто используемые команды, процедуры и инструменты. При наведении стрелки на кнопку инструментальной панели появляется всплывающая подсказка, поясняющая смысл выполняемого действия.

Положения инструментальных панелей можно менять с помощью мыши. Для этого подвести стрелку к левому краю панели и навести на вертикальный столбец из точек. Стрелка преобразуется в крест. Нажать лкм и переместить панель, например, к правому краю экрана. При этом панель займёт вертикальное положение.

Кроме указанных панелей имеется ещё три панели. Чтобы увидеть полный список панелей, нужно в **Текстовом меню** нажать **Настройки** ⇒ **Панели инструментов**. Появится окно **Панели инструментов** (рис. 14), где в окошках столбца **Показывать** поставить «галочки» против имён нужных панелей инструментов. Если поставить «галочки» в окошках столбца **В рамке**, то панели выстроятся у правого края рабочего окна программы.

Для получения дополнительной информации на любом этапе работы можно вызвать раздел справочной системы посредством вызова команды меню **Справка**, нажатием на кнопку **Справка** в диалоговом окне, либо нажатием **F1** на клавиатуре.

Как правило, при запуске **MapInfo Professional** появляется окно **Открыть** сразу (рис. 15), где выбирается сценарий работы с картами:

если **MapInfo Professional** запускается повторно, то можно вернуться к предыдущему сеансу работы, выбрав вариант **Восстановить прошлый сеанс**, или **Предыдущий рабочий набор** — для открытия последнего сохранённого рабочего набора;

при необходимости открыть определённые данные с диска выбирается вариант **Рабочий набор** или **Таблицу**.

Выбрав сценарий, нажать **Ок**.

При выборе варианта **Рабочий набор** или **Таблица** появится окно **Открыть**, в котором можно выбрать необходимые данные для начала работы (описание дано в п. 10.2).

***Примечание.** Окно **Открыть** сразу обычно появляется при каждом запуске **MapInfo Professional**, но его появление можно запретить в стартовых настройках. В **Текстовом меню** нажать **Настройки** ⇒ **Режимы** ⇒ **Стартовые**. Откроется окно **Стартовые режимы**, в котором нужно снять «галочку» перед **Показывать при запуске диалога «Открыть сразу»**. В случае выполнения лабораторных работ разными студентами на одном компьютере такой режим является предпочтительным.*

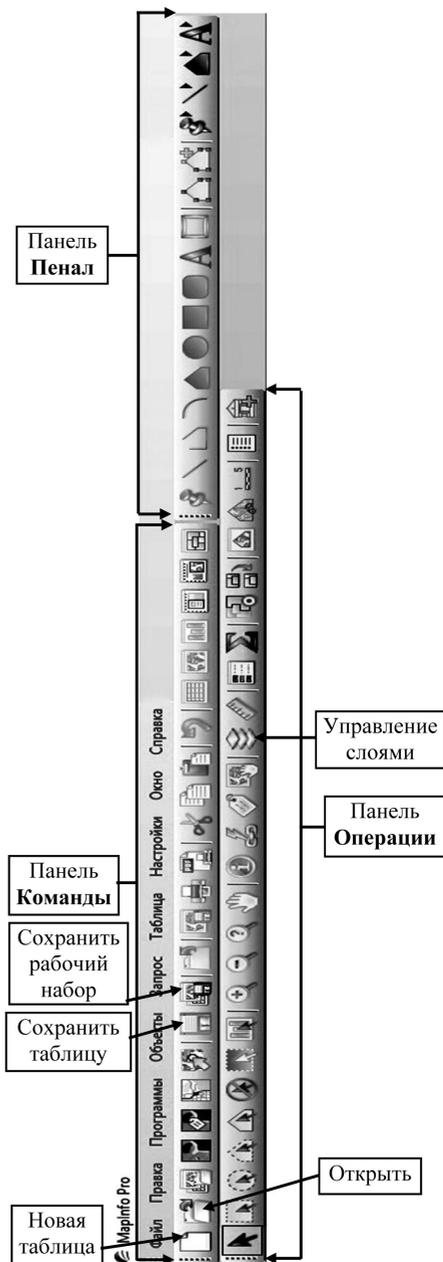


Рис. 13

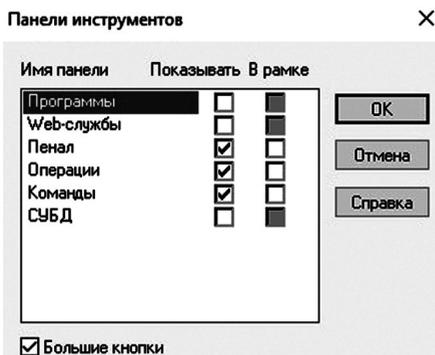


Рис. 14

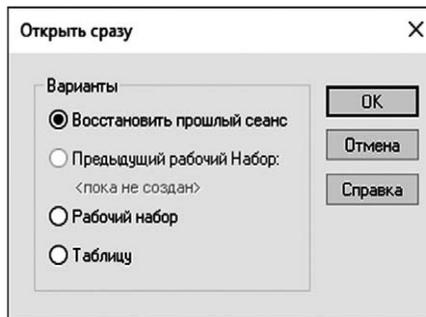


Рис. 15

10.2. Открытие растрового изображения

Если диалог **Открыть сразу** не появился после запуска **MapInfo Professional**, то необходимо в текстовом меню нажать **Файл** ⇒ **Открыть** или нажать кнопку Открыть на инструментальной панели **Команды** (см. рис. 13).

В **C:** ⇒ **Student** ⇒ **Папка преподавателя** ⇒ **Папка студента** найти файл с расширением ***.tab**, содержащий ортофотоплан, созданный в программе **Photomod Mosaic**. Нажать **Ок**. Появится окно, у которого слева вверху стоит **имя файла с ортофотопланом** и слово **Карта**.

При первоначальном открытии в окне **Карта** растровое изображение может не отобразиться, т.к. по умолчанию задаётся **Масштабный эффект**, т.е. изображение в окне карты показывается только в определённом диапазоне масштабов. Для отключения этого режима вызвать окно **Управление слоями** одним из следующих способов:

в **Текстовом меню** нажать **Карта** ⇒ **Управление слоями**;

нажать на инструментальной панели **Операции** (см. рис. 13) кнопку **Управление слоями**;

в окне **Карта** нажать **пкм** и во всплывающем меню выбрать **Управление слоями**.

В окне **Управление слоями** дважды щелкнуть **лкм** на имени файла, содержащего ортофотоплан. В открывшемся окне **Свойства слоя: имя файла** в разделе **Масштабный эффект** снять «галочку» перед **Показывать в пределах**. Нажать **ОК**. В окне **Карта** появится растровое изображение ортофотоплана, и он будет виден при любом масштабе отображения. Менять масштаб изображения можно вращением колёсика мыши.

10.3. Создание новой таблицы для последующей векторизации объектов

Чтобы создать новую таблицу нажать Файл ⇒ **Новая таблица** или кнопку **Новая таблица** на инструментальной панели **Команды** (см. рис. 13). Откроется окно **Новая таблица** (рис. 16), в которой выбрать (поставить «галочку») один или несколько вариантов:

Показать Списком — показать новую таблицу в новом окне списка;

Показать Картой — показать новую таблицу в новом окне карты;

Добавить к Карте — добавить новую таблицу в активное окно карты.

***Примечание.** При выполнении лабораторной работы выбрать варианты **Показать Списком** или **Добавить к Карте**. Если перед **Показать картой** стоит «галочка», то её снять.*

В зависимости от структуры создаваемой таблицы выполните одно из следующих действий:

чтобы создать новую структуру таблицы поставить точку перед **Создать новую**;

чтобы задать структуру новой таблицы по образцу структуры существующей таблицы, поставить точку перед **Как в таблице** и выбрать таблицу из списка существующих таблиц, структуру которой требуется скопировать.

***Примечание.** При выполнении лабораторной работы создает-ся новая структура таблицы, поэтому поставить точку перед **Создать новую**, если она не стоит.*

Нажать **Создать**. Откроется окно **Создать структуру таблицы** (рис. 17).

***Примечание.** При выбо-ре варианта **Создать новую** это окно будет пустым.*

Порядок работы с окном **Соз-дать структуру** таблицы будет следующий:

1) чтобы добавить новые поля к структуре таблицы, нажать **До-бавить поле**. Под **Описание** поля задать имя поля, его тип, количе-ство знаков (в скобках) и указать,

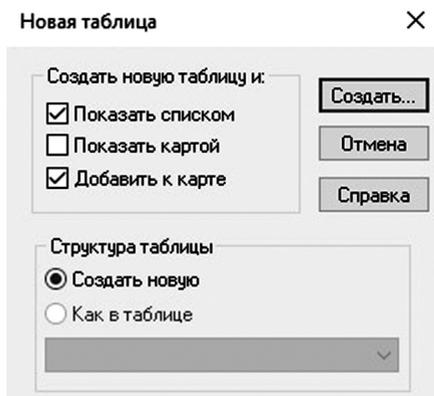


Рис. 16

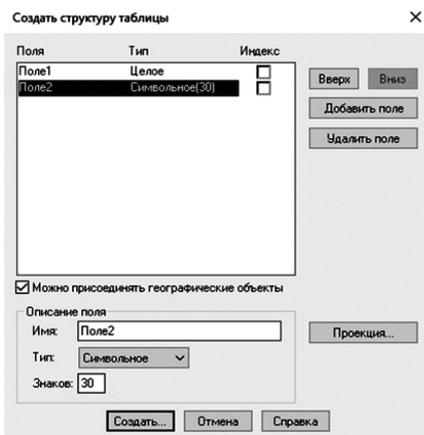


Рис. 17

является ли это поле индексируемым (поставить «галочку» в строке поля). Задавать поля со структурой, показанной в табл. 1.

2) продолжить добавлять поля, создав их столько, сколько необходимо. Если нужно удалить поле, то, выделив его, нажать кнопку **Удалить поле**;

3) кнопки **Вверх** и **Вниз** используются для формирования порядка следования полей в таблице. Выделив поле, его поднимают (спускают). Нужно учитывать, что порядок полей в этом окне (сверху вниз) в окне **Список**, который

появится в конце оформления структуры таблицы, будет отображаться слева направо;

4) нажав на кнопку **Проекция**, в появившемся списке проекций нужно выбрать проекцию, в которой будут изображаться географические объекты.

***Примечание.** При выполнении лабораторной работы в окне **Выбор проекции** задать проекцию **План-схема (метры)**. Для этого в окне **Категория** нажать «галочку». В появившемся списке выделить **План-схема**. В окне **Проекция** выделить **План-схема (метры)** и нажать **Ок**. В появившемся окне **Координатная система плана** нажать **Ок**.*

Нажать кнопку **Создать**. Откроется окно **Создать новую таблицу**. Указать папку на диске (**C:** ⇒ **Student** ⇒ **Папка преподавателя** ⇒ **Папка студента**), где будет сохранён файл (задать ему имя), в котором будет храниться созданная таблица. Нажать кнопку **Сохранить**.

Имя файла появится в окне **Управление слоями**, которое по-прежнему расположено в рабочем окне **MapInfo Professional** совместно с окном **Карта**, содержащем растровое изображение. Кроме того, появится окно, вверху которого стоит имя файла и слово **Список**.

Т а б л и ц а 1

Расположение полей п/п	Имя поля	Тип поля	Кол-во знаков
1	Номер	Целое	–
2	Описание	Символьное	30

10.4. Окно Управление слоями

Чтобы была возможность управлять всеми слоями карт, которые созданы в **MapInfo Professional**, управлять их атрибутами и отображениями на экране, необходимо открыть окно **Управление слоями** (рис. 18). Для входа в окно **Управление слоями**:

нажать кнопку **Управление слоями** на панели **Операции** (см. рис. 13);
в окне **Карта** нажать **ПКМ**, и во всплывающем меню выбрать **Управление слоями**.

В окне **Управление слоями** каждая строка представляет слой карты. Для каждого слоя можно задать следующие параметры:

«галочка» слева от имени слоя означает, что он будет **Видимым**, т.е. слой будет отображаться на карте;

если установить флажок  **Изменяемый**, то объекты данного слоя можно будет редактировать;

если установить флажок  **Доступный**, то объекты данного слоя можно будет выбирать в окне **Карты**;

если установить флажок  **Автоматические подписи**, то объекты слоя будут автоматически подписаны.

с помощью кнопок-иконок стандартных стилей **Однообразно** можно менять стандартные стили оформления объектов слоя, например:

 точки;

 линии;

 области.

Растровые слои в окне **Управление слоями** отмечены такой пиктограммой . Такие слои можно **только просматривать**, т.е. для них операции редактирования, выбора и подписывания недоступны.

В окне **Управление слоями** дважды щелкнуть **ЛКМ** на слое, содержащем векторные объекты, либо нажать кнопку , расположенную в верхней части этого окна на

панели инструментов. В открывшемся диалоге **Свойства слоя** на вкладке **Отображение слоя** можно задать режимы отображения направлений линий, узлов и центроидов объектов. Это полезно, например, для работы с картами улиц и дорог, чтобы показать **направление нумерации домов** или

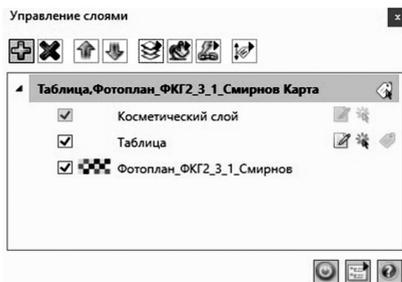


Рис. 18

отсчета километров. Показ узлов может оказаться полезным при операциях редактирования карт. **Показывать центроиды** полезно, когда необходимо как можно точнее разместить подписи, тематические объекты и геокодированные точки, т.е. объекты, которые привязываются к центроидам объектов. Центроиды полигонов MapInfo Professional **не совпадают с центрами масс** объекта. Они отмечают позицию, используемую при автоматическом подписывании, геокодировании и размещении тематических круговых и столбчатых диаграмм. При редактировании объекта в режиме **Форма**, можно изменить положение центроида, передвинув его на новое место.

На вкладках **Подписи** и **Правила подписывания** диалога **Свойства** слоя можно изменить параметры оформления подписей. Здесь задаются: какая колонка или выражение используется для подписывания; стиль оформления текста; положение подписи относительно центроида объекта; правила размещения; видимость подписей.

10.5. Векторизация объектов

Векторизация объектов ведётся в созданном ранее слое окна **Карты** с одновременным заполнением полей в окне **Список**. Если, по каким либо причинам, окно **Список** было закрыто, то вызвать его можно командой **Окно ⇒ Новый список** или путём нажатия на клавиатуре **F2**. Для удобства работы окна **Карты** и **Список** можно расположить рядом, выполнив команду **Окно ⇒ Рядом**, или на клавиатуре одновременно нажать **Shift+F4**.

Для навигации в окне **Карты** используют следующие кнопки из инструментальной панели **Операции** (табл. 2).

Перед началом векторизации необходимо проконтролировать, что созданный слой является **Изменяемым** (см. п. 10.4). В этом случае при активном окне **Карты** будут доступны кнопки создания объектов на панели инструментов **Пенал** (рис. 19).

Т а б л и ц а 2

	Увеличивающая лупа	Инструмент Увеличить позволяет увеличить изображение в Окне Карты
	Уменьшающая лупа	Инструмент Уменьшить позволяет уменьшить изображение в Окне Карты
	Рука	Включает инструмент Сдвиг , с помощью которого можно перемещать изображение в Окне Карты



Рис. 19

На этой панели расположены девять инструментов для рисования, а также шесть вспомогательных кнопок для рисования и редактирования (табл. 3).

При векторизации объектов на изменяемом слое сначала необходимо задать его стиль, а затем выбрать тип создаваемого объекта с помощью инструментальной панели **Пенал**.

Рисовка полигонов и полилиний отличается от рисования других форм в том смысле, что их форму можно потом скорректировать вручную, используя инструменты **Форма** и **Добавить узел**. Например, построение полигона состоит из следующих операций:

- 1) выбрать инструмент **Полигон**. Стрелка примет форму перекрестия;
- 2) нажать **лкм** и указать точку на карте, с которой будет начата рисовка границы участка;
- 3) нажать **лкм** и добавить сегменты к полигону;
- 4) когда нужно будет замкнуть полилинейный объект в область, дважды нажать лкм.

Последний введённый узел можно удалить нажатием клавиши **Backspace**. Если при этом у объекта останется только один узел, то он не будет удалён.

Для привязки к узлам существующих объектов нужно включить режим **Совмещения**, нажав на клавиатуре клавишу **S** (включить английскую раскладку). В этом случае в статусной строке будет отображён режим **Узлы**. Повторное нажатие на **S** отключает этот режим.

Дополнительные инструменты, которые могут быть полезны при векторизации, приведены в табл. 4.

При векторизации строений нужно учитывать, что изображения крыш на ортофотоплане не соответствует фундаменту строений, т.к. изображение получено в центральной перспективной проекции и строение опрокидывается в сторону. Чтобы контур крыши «поставить на фундамент», нужно контур выделить, а затем переместить параллельно самому себе так, чтобы угол контура крыши лёг на ближайший угол фундамента.

***Примечание.** При выполнении практической работы желательно периодически сохранять внесённые в таблицу изменения путём нажатия в инструментальной панели **Команды** кнопки  — **Сохранить таблицу**.*

	Символ	Обеспечивает доступ к инструменту Символ , с помощью которого можно расставлять на карте точечные объекты
	Линия	Обеспечивает доступ к инструменту Линия , с помощью которого можно создавать прямые
	Полилиния	Обеспечивает доступ к инструменту Полилиния , с помощью которого можно создавать полилинии (ломаные линии)
	Дуга	Обеспечивает доступ к инструменту Дуга . В этом режиме, используя мышку, можно рисовать на изменяемом слое карты дуги, представляющие собой четверть контура эллипса
	Полигон	Обеспечивает доступ к инструменту Полигон , с помощью которого можно создавать полигоны (замкнутые многоугольники)
	Эллипс	Обеспечивает доступ к инструменту Эллипс , с помощью которого можно создавать эллипсы или окружности
	Прямоугольник	Обеспечивает доступ к инструменту Прямоугольник , с помощью которого можно создавать прямоугольники и квадраты
	Скруглённый прямоугольник	Обеспечивает доступ к инструменту Скруглённый прямоугольник , с помощью которого можно создавать прямоугольники с закруглениями в углах
	Текст	Обеспечивает доступ к инструменту Текст , с помощью которого можно наносить на карту и в отчёт надписи, подписи и аннотации
	Рамка	Обеспечивает доступ к инструменту Рамка , с помощью которого можно создавать в отчётах рамки с картами, списками, графиками и легендами
	Форма	Включает и выключает режим изменения Формы объекта. В режиме изменения формы объекта можно редактировать области, полилинии, прямые линии, дуги и точки, перемещая и удаляя отдельные узлы или группы узлов
	Добавить узел	Обеспечивает доступ к инструменту Добавить узел , с помощью которого можно, находясь в режиме изменения формы объектов, добавлять узлы в области и полилинии
	Стиль символа	Обеспечивает доступ к диалогу Стиль символа , в котором можно изменить условный знак, а также его цвет, стиль оформления и размер
	Стиль линии	Обеспечивает доступ к диалогу Стиль линии , в котором можно изменить стиль оформления, цвет и толщину линейных объектов
	Стиль полигона	Обеспечивает доступ к диалогу Стиль области , в котором можно изменять штриховку, цвет и фон, а также цвет и толщину границ
	Стиль текста	Обеспечивает доступ к диалогу Стиль текста , в котором можно изменить шрифт текста, а также его цвет, стиль оформления и фон

	Выбор	Панель Операции	Позволяет выбрать объект на карте для его редактирования (копирование, удаление — Delete , изменение формы или стиля, поворот и т.д.)
	Копировать	Панель Команды	Копировать объект
	Вырезать	Панель Команды	Вырезать объект
	Вставить	Панель Команды	Вставить объект
	Отмена	Панель Команды	Отмена последнего действия

По окончании работы в текущем сеансе **MapInfo Professional** таблицу желательно упаковать. Операция упаковки таблицы позволяет сжать табличные файлы и тем самым сэкономить место на диске. При упаковке табличных данных таблица очищается от удалённых записей. Чтобы упаковать таблицу нужно выполнить следующие операции:

- 1) в меню **Таблица** выбрать **Изменить** и нажать **Упаковать**. На экран будет выведен диалог **Упаковка**;
- 2) в списке **Упаковать** выбрать имя таблицы;
- 3) выбрать способ упаковки — **Упаковать всё** и нажать **Ок**.

В результате для этой таблицы закрываются окна **Списка** и удаляются соответствующие ей слои из окна **Карты**. Добавить этот слой в окно **Карты** можно в окне **Управление слоями** с помощью кнопки , а окно **Список** восстановить командой **Окно** ⇒ **Новый список** или нажатием клавиши **F2**.

10.6. Сохранение рабочего набора

Обычно при работе с **MapInfo Professional** используется множество различных таблиц и окон. Окно **Карты**, например, как правило, состоит из нескольких слоёв. **MapInfo Professional** использует **Рабочие наборы**, чтобы сохранять текущую конфигурацию от одного сеанса работы до следующего. **Рабочие наборы** избавляют от необходимости каждый раз восстанавливать настройки с нуля. Таким образом, не требуется снова открывать таблицы, создавать карты или слои, изменять размеры окон или делать какие-либо другие операции, дублирующие действия, выполненные в последнем сеансе работы с **MapInfo Professional**.

Внимание: сохранение *Рабочего набора* не сохраняет изменения, сделанные в таблицах, входящих в этот рабочий набор. В связи с этим нужно предварительно сохранять таблицы после внесённых изменений.

Для сохранения рабочего набора выполняют команду меню **Файл** ⇒ **Сохранить рабочий набор** или путём нажатия кнопки  в инструментальной панели **Команды**. В диалоге **Сохранить Рабочий набор** нужно задать папку размещения и имя сохраняемого файла. В конце нажать **Сохранить**.

В дальнейшем, для возобновления работы со своим проектом, достаточно загрузить сохранённый рабочий набор используя диалог **Открыть сразу** при старте **MapInfo Professional** (см. п. 10.1) или посредством команды меню **Файл** ⇒ **Открыть**. При этом в диалоге **Открыть** в выпадающем списке **Тип файлов** необходимо выбрать **Рабочий набор** (расширение *.wor;*.mws).

10.7. Выход из программы

Для того чтобы завершить работу с **MapInfo Professional**, в меню **Файл** выполнить команду **Выход**.

Примечание. Если в открытые таблицы были внесены несохранённые изменения, то при завершении работы на экран будет выведено окно, предлагающее сохранить или отменить эти изменения. Если не выбрать вариант **Сохранить**, то все изменения будут потеряны.

Список литературы

1. *Краснопевцев Б.В., Скрыпичкина Т.Н.* Методические указания по фотограмметрической обработке снимков на цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD5 Lite. Ч. I. Формирование проекта. Построение сети фототриангуляции. — М.: МИИГАиК, 2016. — 72 с.
2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. — М.: ЦНИИГАиК, 2002. — 100 с.
3. *Краснопевцев Б.В.* Фотограмметрия: Учебное пособие. — М.: МИИГАиК, 2008. — 161 с.
4. *Михайлов А.П., Чибуничев А.Г.* Конспект лекций по курсу фотограмметрия. МИИГАиК, 2013. URL: <http://www.racurs.ru/?page=758>
5. *Михайлов А.П., Чибуничев А.Г.* Фотограмметрия: Учебник для вузов / Под общ. ред. Чибуничева А.Г. — М.: Изд-во МИИГАиК, 2016. — 294 с.

Технологическая схема стереофототопографической съёмки

Технологии создания и обновления цифровых топографических карт в масштабах от 1:500 и мельче основаны на использовании **стереофототопографической съёмки**. На следующей странице приведена технологическая схема укрупнённых процессов (показаны в утолщённых рамках), а также, какой вид продукции (показаны в тонких рамках) передаётся из одного процесса в другой. Далее даются краткие пояснения каждого процесса.

Глобальная навигационная спутниковая система — ГЛОНАСС (РФ), GPS (США), Galileo (ЕС), Бэйдоу (Китай) - позволяет во время проведения фотосъёмки получать в заданной системе координат элементы внешнего ориентирования снимков: координаты центров проекции снимков (X_S, Y_S, Z_S) и угловую ориентацию снимков (X_S, Y_S, Z_S), а также при выполнении съёмочного обоснования (сгущения опорной сети) координаты плановых и высотных опознаков.

Точки государственной геодезической сети (ГГС) — пункты триангуляции, нивелирования, полигонометрии — используются как опорные точки при создании съёмочного обоснования и фотограмметрической обработке снимков.

Снимки, полученные при **аэро-, космической** или **наземной фотосъёмке**, используются при полевом дешифрировании, создании съёмочного обоснования и фотограмметрической обработке снимков. Если во время проведения фотосъёмки использовалась ГНСС, то полученные **элементы внешнего ориентирования снимков** используются при фотограмметрической обработке снимков в качестве исходных опорных данных, если их точностные данные соответствуют точности создаваемой карты, или в качестве исходных приближённых значений.

Из-за разреженного расположения пунктов ГГС их дополняют **точками съёмочного обоснования (плановыми и высотными опознаками)** для обеспечения опорными и контрольными точками последующего построения сетей **фототриангуляции**.

Проектирование количества и расположения опознаков производят с учётом масштаба создаваемой карты, установленной высоты сечения рельефа и точности фотограмметрического сгущения. Расстояния между опознаками определяют, исходя из допусков, установленных для внешнего ориентирования и уравнивания сети фототриангуляции. Определение координат опознаков выполняют после аэросъёмки. Имея на руках отпечатки аэроснимков, составляют проект расположения опознаков и методику определения их координат.

Если до аэросъёмки выполняют **маркировку опознаков на местности**, то работы по измерению координат маркированных опознаков производят параллельно с аэросъёмкой, если она проводится сразу по окончании работ по маркировке опознаков. Опыт показывает, что точность наведения измерительной марки на точки, маркированные на местности, выше, чем на немаркированные точки или маркированные непосредственно на снимках. При этом наилучший эффект будет достигнут, если точки будут покрашены краской, дающей максимальное отражение света в той зоне спектра, для которой абберации у объектива фотокамеры сведены до минимума. В этом случае изображение замаркированной точки будет наиболее чётким, и наведение на неё измерительной марки будет выполняться с точностью порядка 5–10 мкм.

В результате построения сетей **фототриангуляции** для каждого снимка определяют элементы внешнего ориентирования. Если во время съёмки с помощью ГНСС были определены элементы внешнего ориентирования снимков, но их точность ниже требуемой для создания карты заданного масштаба, то, как сказано выше, при построении сетей их величины используют в качестве исходных опорных данных.

По стереопарам выполняют построение **цифровой модели рельефа**, которую используют для **построения горизонталей**, а также **матрицы высот**, позволяющую учесть влияние рельефа при **ортофототрансформировании** снимков, которые используют для изготовления **ортофотопланов**.

Съёмку рельефа выполняют либо с использованием цифровой модели рельефа, по которой в автоматическом режиме строят горизонталы, либо их прочерчивает оператор путём трассирования. Второй способ используют при съёмке равнинной местности, когда в пределах рабочей площади стереопары имеет место небольшой перепад высот и, соответственно, небольшое количество горизонталей. В этом случае трассирование горизонталей займёт меньше времени, чем через построение ЦМР.

Съёмку контуров выполняют по фотоплану или по стереомодели местности. Фотопланы изготавливают на равнинные и всхолмленные

районы, а также на сельские населённые пункты с малоэтажной застройкой. Стереорисовку контуров выполняют по снимкам горных и высокогорных районов, а также городских населённых пунктов с плотной многоэтажной застройкой.

Съёмка контуров связана с **дешифрированием аэроснимков**, которое выполняют преимущественно камерально, но дополняют полевым дешифрированием, которое осуществляют с наземных маршрутов. В труднодоступных районах в дополнение к дешифрированию с наземных маршрутов или взамен их выполняют **аэровизуальное дешифрирование с вертолёта, самолёта, мотодельтаплана или беспилотника**, пролетая над земной поверхностью на высотах 200–300 м. **Сплошное полевое дешифрирование** производят в крупных населённых пунктах и на участках, где много не дешифрируемых камерально топографических объектов.

После всех указанных операций выполняется **редактирование и оформление цифрового оригинала карты**, после чего он отправляется в **банк цифровой топографической информации (БЦТИ)**. Цифровая карта хранится на машинном носителе в БЦТИ в масштабе 1:1, т.е. в натуральных размерах, в основном, в метрах. Её точность должна соответствовать точности наиболее крупномасштабной карты в графическом виде, которую можно создать по данным снимкам. В БЦТИ **пользователь картой** приобретает её в цифровой форме и собственными средствами делает тираж в нужном количестве или заказывает этот тираж.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Принятые в тексте сокращения. Инструментарий	3
1. ЗАПУСК ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PHOTOMOD5 LITE.....	7
2. НАСТРОЙКА КНОПОК МЫШИ	11
3. НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАРКИ.....	12
4. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОРРЕЛЯТОРА	13
5. РАБОЧАЯ ПЛОЩАДЬ СТЕРЕОПАРЫ.....	14
6. ТРАССИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ.....	16
7. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА (ЦМР) И МАТРИЦЫ ВЫСОТ (МВ)	19
7.1. Принцип построения ЦМР	19
7.2. Порядок построения TIN	20
7.3. Построение регулярной сетки в пределах площади TIN.....	21
7.3.1. Подготовительная работа.....	21
7.3.2. Построение регулярной сетки в пределах прямоугольника.....	22
7.3.3. Построение регулярной сетки в пределах четырёхугольника или многоугольника.....	22
7.3.4. Построение регулярной сетки в пределах блока снимков.....	23
7.3.5. Сохранение сетки.....	23
7.4. Измерение пикетов по регулярной сетке.....	24
7.5. Измерение пикетов при проведении структурных линий.....	26
7.6. Построение TIN	28
7.7. Фильтрация векторных объектов TIN.....	29
7.8. Редактирование TIN в стереорежиме.....	32
7.9. Построение горизонталей по TIN	35
7.10. Представление TIN в виде 3D-модели.....	36
7.11. Построение Матрицы высот	38
8. ВЕКТОРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В СТЕРЕОРЕЖИМЕ	39
8.1. Подготовительные работы	39

8.2. Векторизация объектов без классификатора (кодовой таблицы)	39
8.3. Векторизация объектов с классификатором (кодовой таблицей).....	42
8.4. Векторизация объектов с нанесением на карту Панорама	45
9. МОНТИРОВАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНА	47
9.1. Запуск программы Mosaic — монтирование ортофотоплана	47
9.2. Установка параметров монтирования ортофотоплана	48
9.3. Нанесение на снимки линий порезов	50
9.4. Построение ортофотоплана и контроль точности	53
9.5. Выход из программы Mosaic	55
10. ВЕКТОРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОРТОФОТОПЛАНЕ В ПРОГРАММЕ MAPINFO PROFESSIONAL	56
10.1. Запуск программы	56
10.2. Открытие растрового изображения.....	58
10.3. Создание новой таблицы для последующей векторизации объектов	59
10.4. Окно Управление слоями	61
10.5. Векторизация объектов	62
10.6. Сохранение рабочего набора	65
10.7. Выход из программы	66
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ. Технологическая схема стереофототопографической съёмки	68

Для заметок

Для заметок

Внутривузовское издание

Подписано в печать 1.10.2018. Гарнитура Таймс

Формат 60×90/16 Бумага офсетная

Объем 5 усл. печ. л

Тираж 50 экз. Заказ № 112

Отпечатано в типографии МИИГАиК