

ООО «ЛЕСПРОЕКТ»

**РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ
ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ**

(ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ТАКСАТОРУ-ДЕШИФРОВЩИКУ)

*Санкт-Петербург
2015*

Архипов В.И., Басков В.И., Белов В.А., Березин В.И., Черниковский Д.М.

РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ
(ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ТАКСАТОРУ-ДЕШИФРОВЩИКУ)

В форме практического пособия таксатору-дешифровщику в книге обобщены результаты научно-инновационной деятельности коллектива авторов в направлении развития и совершенствования дистанционных аэрокосмических средств и методов лесоучетных работ, в первую очередь, таксации лесов дешифровочным способом в современных условиях рыночной экономики.

Рабочие правила могут оказать практическую пользу специалистам – дешифровщикам, выполняющим лесоучетные работы на основе и с применением современных высокоинформативных материалов цифровых аэро-и космических съемок, а также при выполнении различного рода научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ специалистами заинтересованных отраслей знаний.

Содержание

Введение	6
1. Содержание работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом	7
2. Сведения о параметрах и информационных свойствах стереоскопических аэро- и космических изображений, используемых при дешифровочном способе таксации лесов...	7
3. Требования к оснащению специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика	8
4. Подготовка материалов аэрокосмосъемки в ЦФС «PHOTOMOD».....	8
4.1. Подготовка материалов аэросъемки камерой VisionMap A3.....	9
4.1.1. Особенности материалов аэросъемки камерой VisionMap A3	9
4.1.2. Создание проекта в Photomod для обработки материалов VisionMap A3	9
4.1.3. Загрузка изображений аэросъемки в проект	10
4.1.4. Синхронизация проекта	12
4.1.5. Радиометрическая коррекция	12
4.2. Подготовка материалов космической съемки	16
4.2.1. Особенности материалов космической цифровой (сканерной) стереосъемки	16
4.2.2. Создание проекта в Photomod для обработки материалов космической съемки	17
4.2.3. Загрузка космических изображений (снимков) в проект	18
4.2.4. Радиометрическая коррекция	20
4.2.5. Уравнивание изображений:	23
5. Стереонализ аэро- и космических изображений в программе Photomod	24
6. Создание векторных объектов в программе Photomod	27
6.1. Загрузка векторных и растровых слоев в проект Photomod. Управление слоями	27
6.1.1. Загрузка векторных данных	27
6.1.2. Загрузка растровых данных	27
6.1.3. Управление слоями.....	27
6.1.4. Создание атрибутов для векторного слоя.....	28
6.2. Создание границ выделов	29
6.2.1. Создание границ выделов с помощью полилиний	29
6.2.2. Создание границ выделов с помощью полигонов	30
6.2.3. Редактирование векторных объектов.....	32
6.3. Ввод атрибутивной информации.....	35
6.4. Вывод надписей для векторных объектов	37
7. Изучение и анализ признаков дешифрирования	40
7.1. Классификация признаков дешифрирования	40
7.2. Камеральный анализ признаков дешифрирования	42
7.3. Изучение ландшафтных признаков дешифрирования	46
7.3.1. Порядок изучения ландшафтных признаков дешифрирования	47
7.3.2. Ландшафтные признаки дешифрирования.....	48
8. Дешифрирование аэро- и космических изображений.....	48
8.1. Контурное стереоскопическое дешифрирование.....	49
8.1.1. Порядок работ при контурном дешифрировании	49
8.1.2. Выполнение контурного дешифрирования в программе Photomod StereoMeasure.....	51
8.2. Определение основных таксационных показателей выдела при аналитическом и измерительном дешифрировании с заполнением карточки таксации.....	53
8.2.1. Порядок работы	53
8.2.2. Определение типа леса (типа лесорастительных условий)	54
8.2.3. Определение класса бонитета.....	55
8.2.4. Определение состава лесных насаждений.....	56
8.2.5. Определение средней высоты элемента леса и яруса.....	59
8.2.6. Определение средних диаметров древостоев элементов леса	60
8.2.7. Определение класса возраста	62
8.2.8. Определение относительной полноты (сомкнутости) полога	64
8.2.9. Определение запаса насаждений.....	65
9. Контроль лесного (таксационного) стереоскопического дешифрирования	67
Рекомендуемая литература.....	70

Введение

Лесное дешифрирование, как один из видов специального дешифрирования, является сложным комплексным процессом получения лесоучетной информации по аэро- космическим изображениям. В методико-технологическом отношении оно подразделяется на дешифрирование контурное и таксационное. Таксационное дешифрирование, в свою очередь, подразделяется на аналитическое и измерительное.

Лесное дешифрирование производится только при стереоскопическом анализе аэро- космических изображений и должно выполняться в соответствии с «Методикой лесного стереоскопического дешифрирования аэро- и космических снимков».

Настоящие Рабочие правила подготовлены в качестве практического руководства таксатору-дешифровщику при выполнении таксации лесов Российской Федерации дешифровочным способом.

Положения Рабочих правил используются таксатором-дешифровщиком, успешно прошедшим специальное курсовое обучение и таксационно-дешифровочную тренировку с контрольным дешифрированием и получившим допуск к производственному лесному дешифрированию.

1. Содержание работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом

Работы по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом состоят из следующих этапов:

- камеральный анализ признаков дешифрирования лесных насаждений и других категорий земель с составлением таблиц вероятностных оценок признаков дешифрирования и поэтапного процесса распознавания древесных пород (элементов леса);
- камеральная таксационно-дешифровочная тренировка исполнителей;
- определение контуров (границ) выделов и таксационных показателей (контурное и таксационное дешифрирование).

При повыдельной таксации лесов дешифровочным способом лесное стереоскопическое дешифрирование аэро- космических изображений сверхвысокого пространственного разрешения (не ниже 0,6 м) проводится в целях установления границ таксационных выделов, определения характеристик категорий покрытых и не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных земель и таксационных показателей лесных насаждений.

Разделение лесов на таксационные выделы в процессе контурного дешифрирования базируется на тех же принципах и методических положениях, что и таксационное дешифрирование с определением повыдельных таксационных показателей, так как при разграничении лесного квартала на выделы необходимо оценить таксационные характеристики оконтуриваемых выделов и различия между ними.

2. Сведения о параметрах и информационных свойствах стереоскопических аэро- космических изображений, используемых при дешифровочном способе таксации лесов

Дешифровочный способ таксации лесов основан на стереоскопическом контурном и таксационном аналитическом и измерительном дешифрировании количественных и качественных характеристик лесных насаждений и других категорий земель по их изображению на материалах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Обязательным условием применения дешифровочного способа таксации лесов является наличие материалов ДЗЗ со следующими параметрами:

- виды материалов ДЗЗ – цветные спектрзональные (мультиспектральные) стереоскопические цифровые аэрокосмические изображения (спектральные каналы R, G, B, NIR);
- пространственное разрешение – не ниже 0,4 м;
- наличие стереоскопичности – обязательное с продольным перекрытием 56 -60%;
- поперечное перекрытие изображений – 10-15 %.
- высота Солнца в период аэрокосмосъемки – не менее 25 °;
- давность материалов съемки – не более 3 лет.

Дешифрирование материалов цифровой аэрокосмосъемки производится с использованием специализированных программно-аппаратных средств (автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика). Программно-аппаратные средства для дешифрирования цифровых материалов ДЗЗ должны обеспечивать нормативную точность определения таксационных характеристик выдела при выполнении стереоскопического контурного, аналитического и измерительного дешифрирования в интерактивном (диалоговом) режиме.

3. Требования к оснащению специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика

При выборе программных и аппаратных средств, обеспечивающих возможность достоверного стереоскопического дешифрирования материалов ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения необходимо учитывать требования к функциям программного обеспечения для решения задач лесного стереодешифрирования и технические возможности аппаратных средств для поддержки и обеспечения функциональности и производительности принятых программ.

Обобщенные требования к программным средствам для лесного дешифрирования материалов аэрокосмосъемки заключаются в следующем:

- возможность формирования стереопар цифровых изображений;
- возможность работы со стереоизображениями: анализ материалов спектрально-мультиспектральных (мультиспектральных) съемок с помощью специального оборудования;
- возможность выполнения измерений в стереорежиме (высот и размеров объектов);
- возможность создания векторных слоев (с возможностью импорта-экспорта в форматы распространенных геоинформационных систем);
- возможность организации сетевой работы;
- русификация.

Обобщенные требования к аппаратным средствам для лесного дешифрирования материалов аэрокосмосъемки заключаются в следующем:

- обеспечение максимальной функциональности и производительности принятых программ для дешифрирования,
- наличие системы визуализации изображений в стереорежиме, позволяющей решать задачи обработки (дешифрирования) материалов аэрокосмосъемки,
- обеспечение высокой пропускной способности используемого сетевого оборудования для передачи и обработки цифровых материалов аэрокосмосъемки, хранения (обработки) массивов данных, поддержки сетевых программ по обработке материалов аэрокосмосъемки.

Система визуализации должна включать стереомонитор (реализующий покадровое или зеркальное стерео) со стереоочками, содержать систему видеокарта-монитор, поддерживающую стереорежим на экране.

В качестве базового программного обеспечения для лесного стереодешифрирования используется цифровая фотограмметрическая система (ЦФС) «PHOTOMOD» со специальным модулем StereoMeasure и программа для камерального автоматизированного (интерактивного) анализа признаков дешифрирования ForestDecrypt.

Рекомендуемый состав специализированного автоматизированного рабочего места таксатора-дешифровщика:

- персональный компьютер с процессором Intel Core2 Duo (Intel Core I5 или лучше), оперативной памятью не менее 4Гб, видеокартой Nvidia Quadro 410 или лучше с поддержкой режима OpenGL Quad-Buffered, жестким диском 2Тб;
- сеть – 1 Гбит/с;
- стереомонитор (зеркальный, например, Stereo Pixel или высокочастотный 3D-монитор, например, ASUS HDMI VG278) со стереоочками.

4. Подготовка материалов аэрокосмосъемки в ЦФС «PHOTOMOD»

При подготовке аэро- космических изображений к лесному стереоскопическому дешифрированию на АРМ таксатора - дешифровщика выполняются следующие операции: формирование проекта в ЦФС «PHOTOMOD», загрузка и первичная обработка материалов

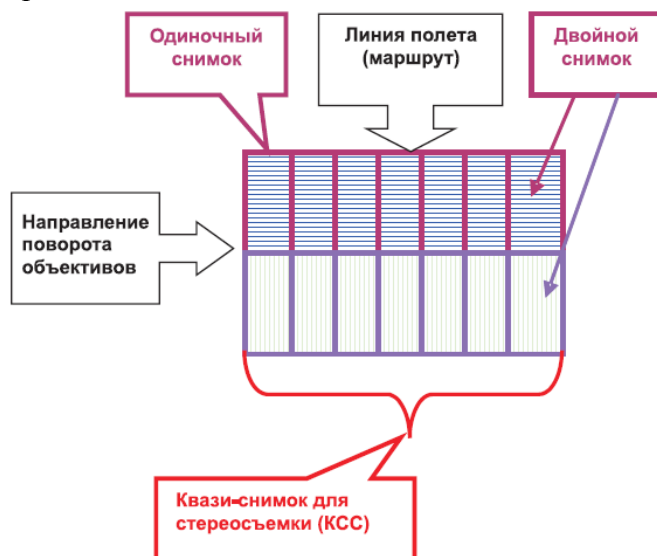
ДЗЗ (при необходимости могут выполняться операции назначения проекции, радиометрической коррекции, ориентирования стереопар в маршрутах, уравнивания снимков).

В ЦФС «PHOTOMOD» предусмотрена возможность работы с наиболее распространенными материалами аэрокосмосъемки. При обработке и дешифрировании важно учитывать особенности выполнения конкретного вида съемки и особенности получаемых материалов ДЗЗ.

4.1. Подготовка материалов аэросъемки камерой VisionMap A3

4.1.1. Особенности аэросъемки камерой VisionMap A3 и её материалов

Камера VisionMap A3 формирует материалы съемки со сложной геометрией. При съемке объективы камеры вращаются (колеблются) из стороны в сторону перпендикулярно линии полёта – выполняются «взмахи» (sweeps). При каждом «взмахе» создаётся набор небольших снимков – кадров изображений (frames), которые после обработки в программном комплексе VisionMap соединяются в квазипанорамные снимки (SLF - Super Large Format) для каждого «взмаха». Снимки (в тексте Рабочих правил под снимками, созданными VisionMap A3, понимаются именно квазипанорамные снимки) накладываются на соседние (как внутри маршрута, так и между маршрутами), что позволяет выполнять стереоизмерения и стереоанализ.



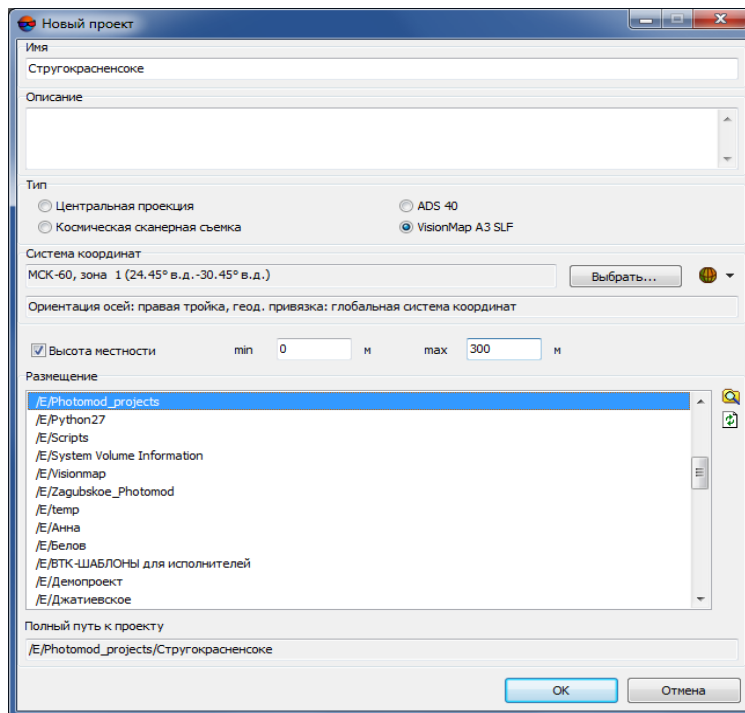
В области перекрытия двух квазипанорамных снимков (SLF) и выполняются стереоскопический анализ со стереоизмерениями. Уравнивать такие снимки в программе Photomod не нужно (этот процесс выполняется средствами VisionMap). Для стереовекторизации материалов аэросъемки VisionMap следует загрузить квазипанорамные снимки в Photomod и выполнить их синхронизацию.

4.1.2. Создание проекта в Photomod для обработки материалов VisionMap A3

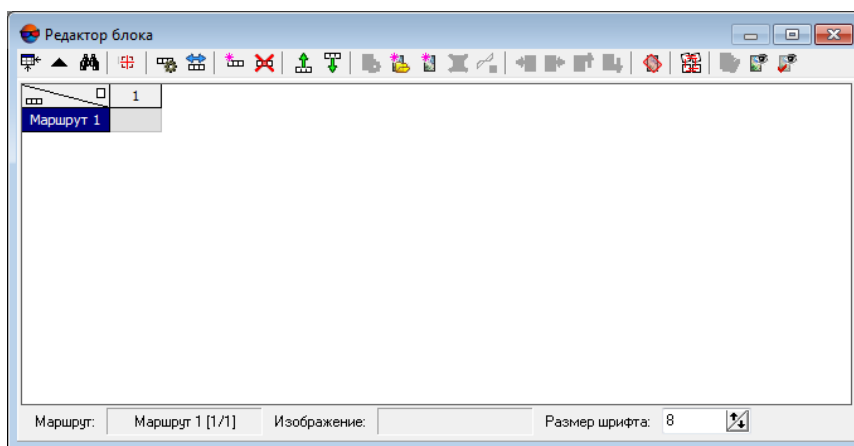
Запустить *Photomod*.

В окне *Управление проектами* создать новый проект:


- задать имя проекта,
- выбрать соответствующий тип съёмки (Vision Map A3 SLF),
- выбрать систему координат,
- задать высоту местности,
- выбрать путь для сохранения папки с проектом.

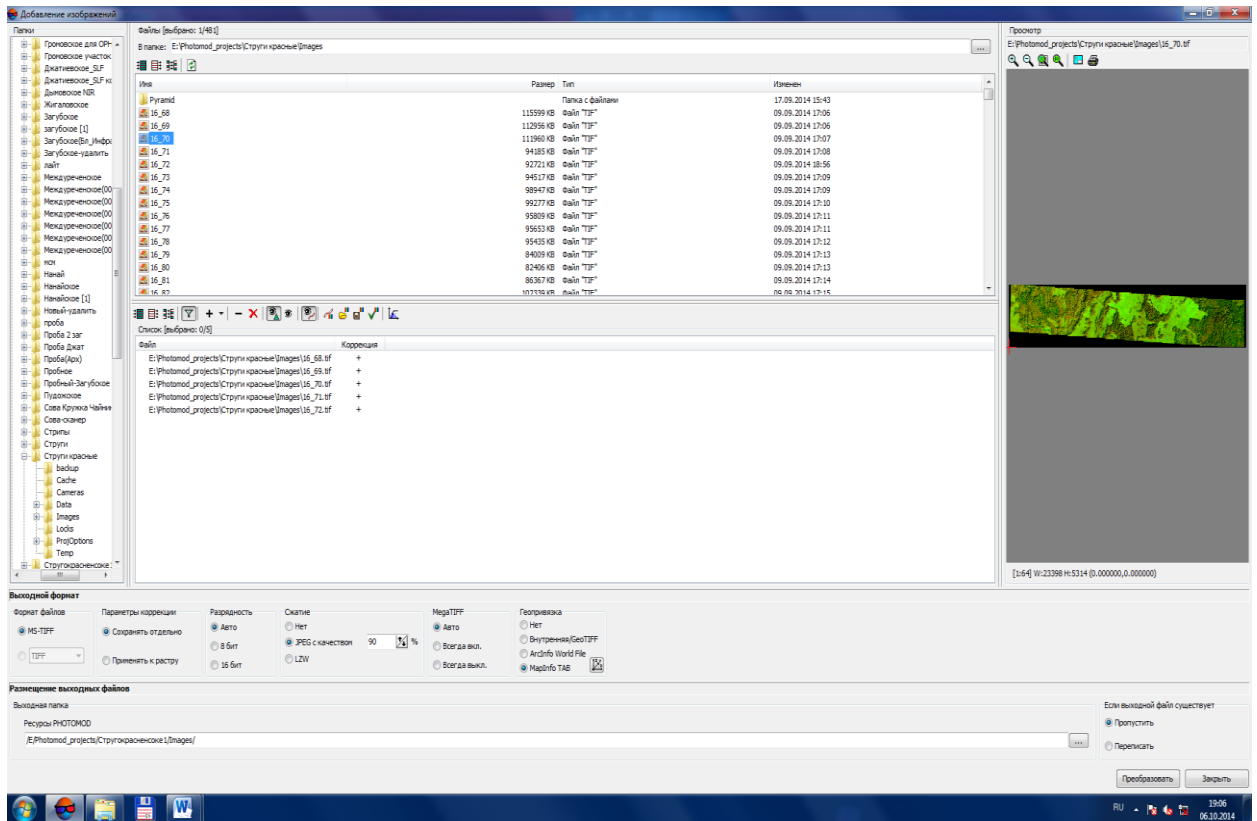


После создания проекта появится окно *Редактор блока*, где выполняется загрузка снимков и формирование маршрутов.

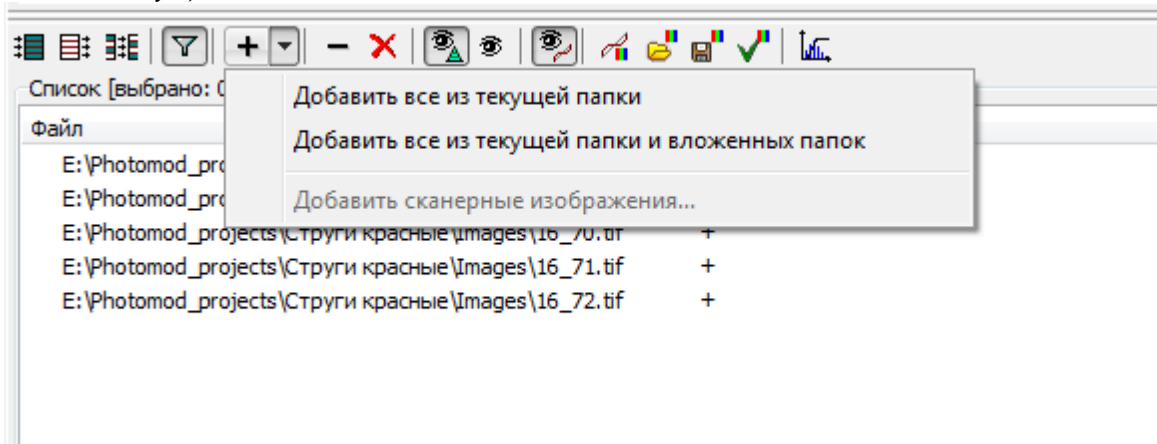


4.1.3. Загрузка изображений аэросъемки в проект


В окне *Редактор блока* необходимо выбрать *Добавить изображения из файлов* . В открывшемся окне выбрать папку, в которой находятся снимки.

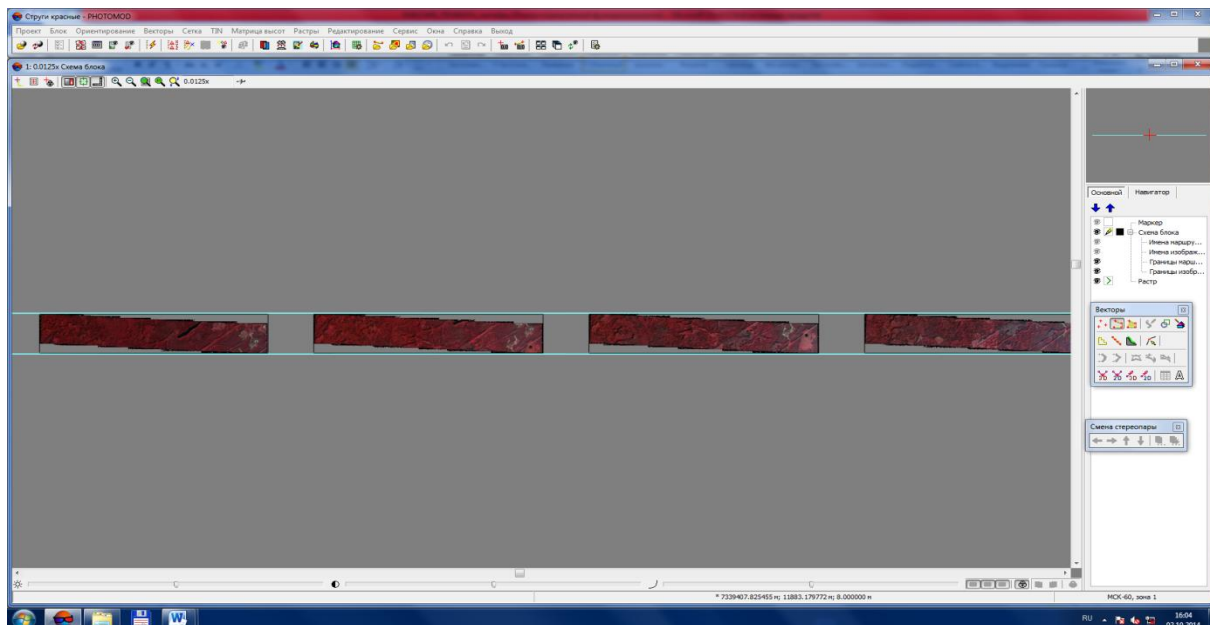


Перенести названия файлов с изображениями снимков в поле *Список* и нажать *Преобразовать*. При большом количестве папок со снимками воспользоваться функцией *Добавить все из текущей папки и вложенных папок*:



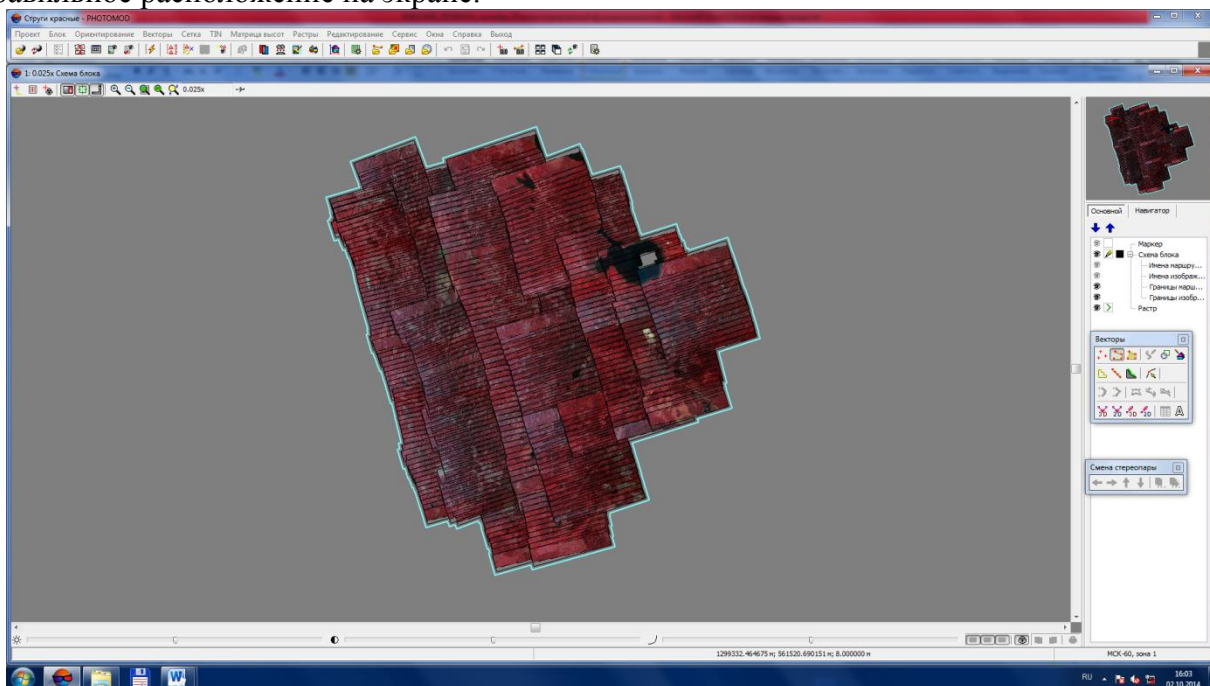
Нажать *Преобразовать*. В проекте автоматически будет создана папка *Images* для хранения преобразованных изображений.

Если подгружаемые снимки уже использовались в другом проекте Photomod, то целесообразно добавлять изображения в новый проект с помощью команды *Добавить изображения из ресурсов* .



4.1.4. Синхронизация проекта

На панели *2D окно* выполнить команду *Проект/синхронизировать*. Снимки примут правильное расположение на экране.



После загрузки снимков в проект часто необходима радиометрическая коррекция, т.к. загруженные снимки по своим визуальным свойствам мало пригодны для лесотаксационного дешифрирования.

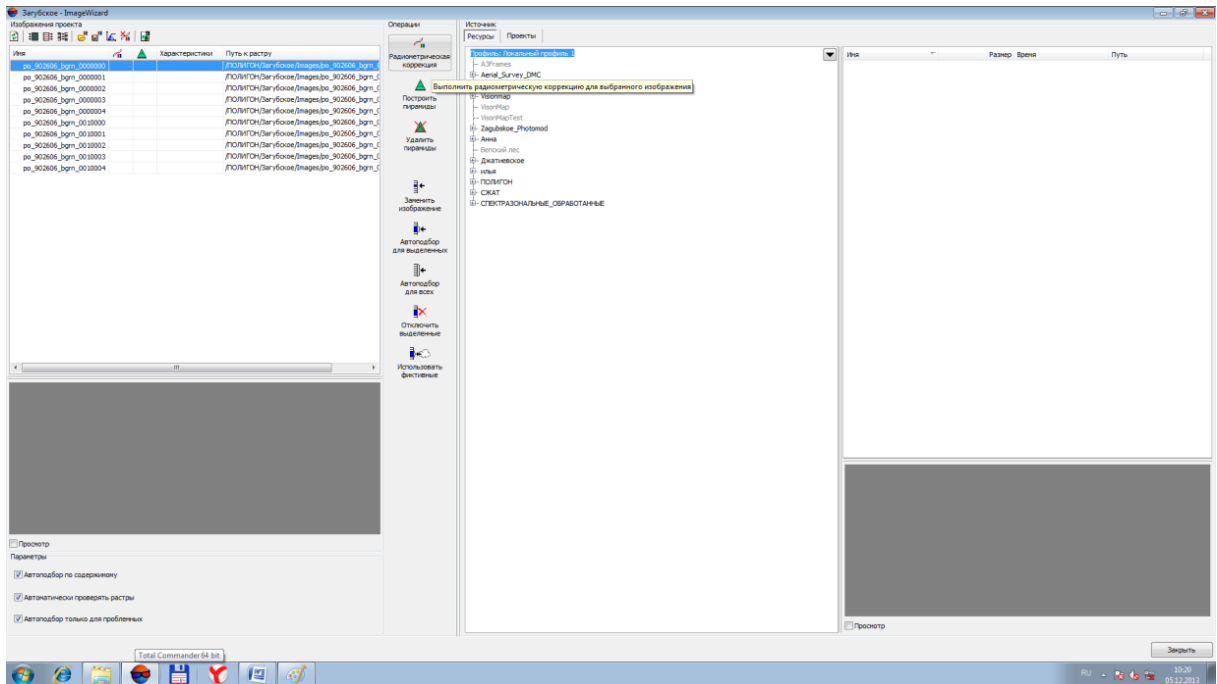
4.1.5. Радиометрическая коррекция

Радиометрическая коррекция изображений подразумевает улучшение их визуальных характеристик в целях оптимального использования для получения необходимых результатов (например, лесного таксационного дешифрирования, мониторинга пожаров, оценки состояния лесов). Функции радиометрической коррекции в программе Photomod включают определение состава и последовательности каналов и автоуровней, настройки яркости, контрастности и гамма-коррекции, определение баланса цветов, геометрические преобразования. Основной задачей радиометрической коррекции материалов аэросъемки (равно как и

космической съемки) для лесного дешифрирования является формирование «псевдоцветных» изображений (изображений в ложных цветах), пригодных для разделения древесных пород по цветовым характеристикам.

Из-за значительного варьирования спектральных характеристик материалов съемки камерой VisionMar A3 не рекомендуется применять единые параметры радиометрической коррекции для снимков разных маршрутов.

Для выполнения процедуры радиометрической коррекции выбранных материалов ДЗЗ (стереопар, отдельных изображений) выполнить команду *Растр/Image Wizard*. В открывшемся диалоговом окне выбрать снимок и нажать *Радиометрическая коррекция*.



В диалоге *Выполнить автоуровни* выбрать *Нет*. Увеличить часть снимка в характерном месте.



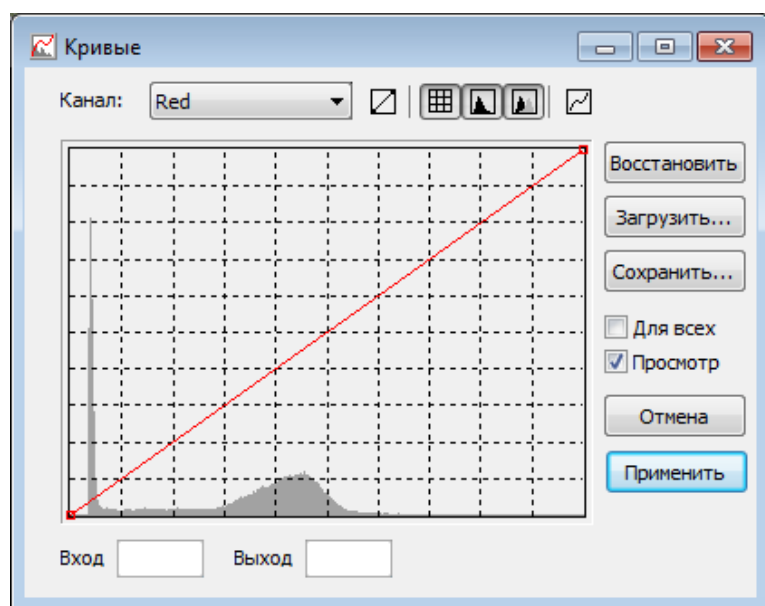
Изображение на материалах аэрокосмосъемки обычно формируется из нескольких спектральных каналов. Их количество зависит от съёмочной аппаратуры и от характеристик камеры. Как правило, для лесоучётных задач используются снимки с четырьмя каналами: красным, зелёным, синим и ближним инфракрасным. Различия между лиственными и хвой-

ными породами в силу различий в коэффициентах спектральной яркости лучше всего заметны в инфракрасном канале. Поэтому, при формировании традиционно используемых в лесном хозяйстве «псевдоцветных» изображений красный канал замещается инфракрасным (данная процедура для материалов камеры VisionMap A3 обычно выполняется заранее), зелёный – на красный и синий - на зелёный.

Для получения привычного специалистам лесного хозяйства цветного спектрального изображения с явным цветоразделением хвойных и лиственных пород, необходимо откорректировать гистограммы каждого канала по отдельности. В процессе корректировки гистограмм каналов в целях оптимизации цветовых различий между древесными породами необходимо использовать таксационные характеристики имеющейся опорной базы - обучающей выборки в составе заложенных на основе составленных таблиц встречаемости лесных насаждений и других категорий земель таксационно-дешифровочных пробных площадей и выделов с выборочно-измерительной (выборочно-перечислительной) таксацией.

Корректировка гистограмм каналов осуществляется следующим образом:

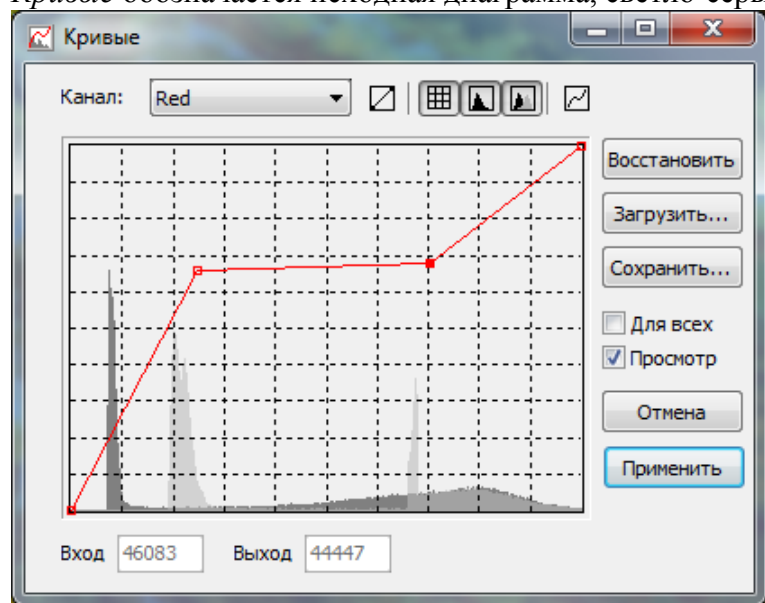
– войти в диалоговое окно *Кривые* ;



- убрать галочку *Для всех* (устанавливается по умолчанию) и поставить галочку *Просмотр*;
- выбрать необходимый канал из списка (Red, Blue, Green);
- выполнить настройку гистограммы выбранного канала;
- повторить данные действия для других каналов.

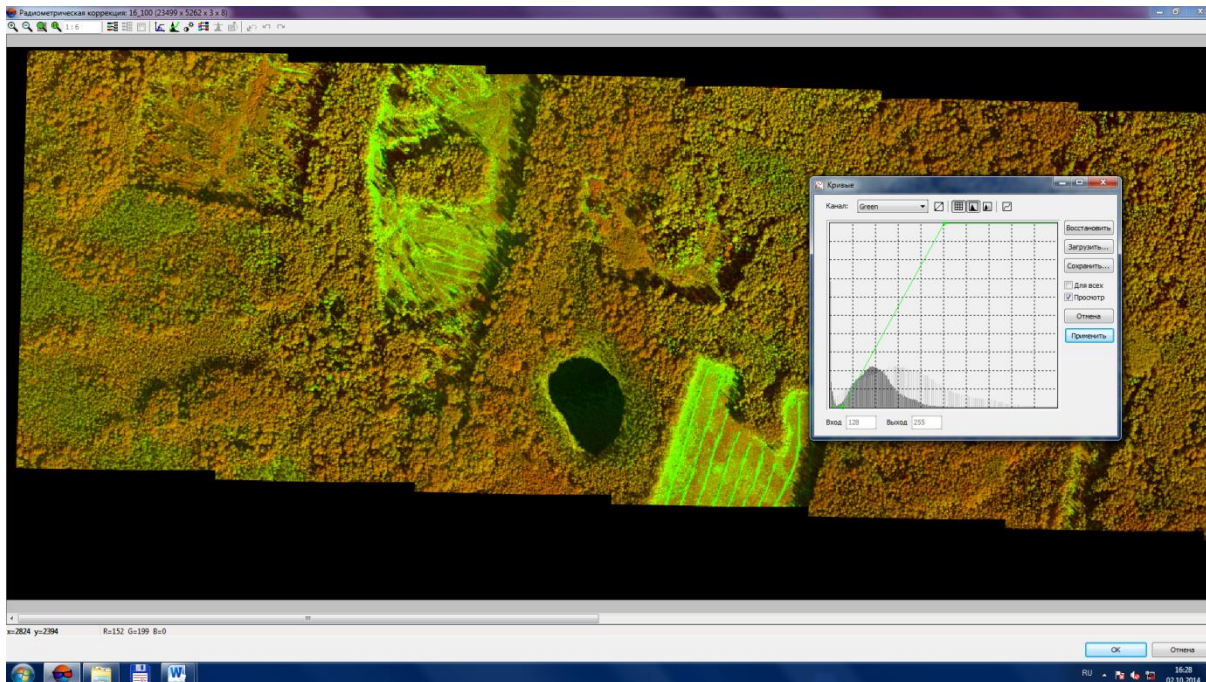
Настройка гистограммы состоит в изменении формы кривой с помощью левой клавиши мыши (щелчком добавляются точки поворота кривой, возможно изменение формы кривой путем перемещения точек), результаты настройки

оцениваются визуально по изменившемуся изображению. Тёмно-серым тоном в окне *Кривые* обозначается исходная диаграмма, светло-серым – исправленная.



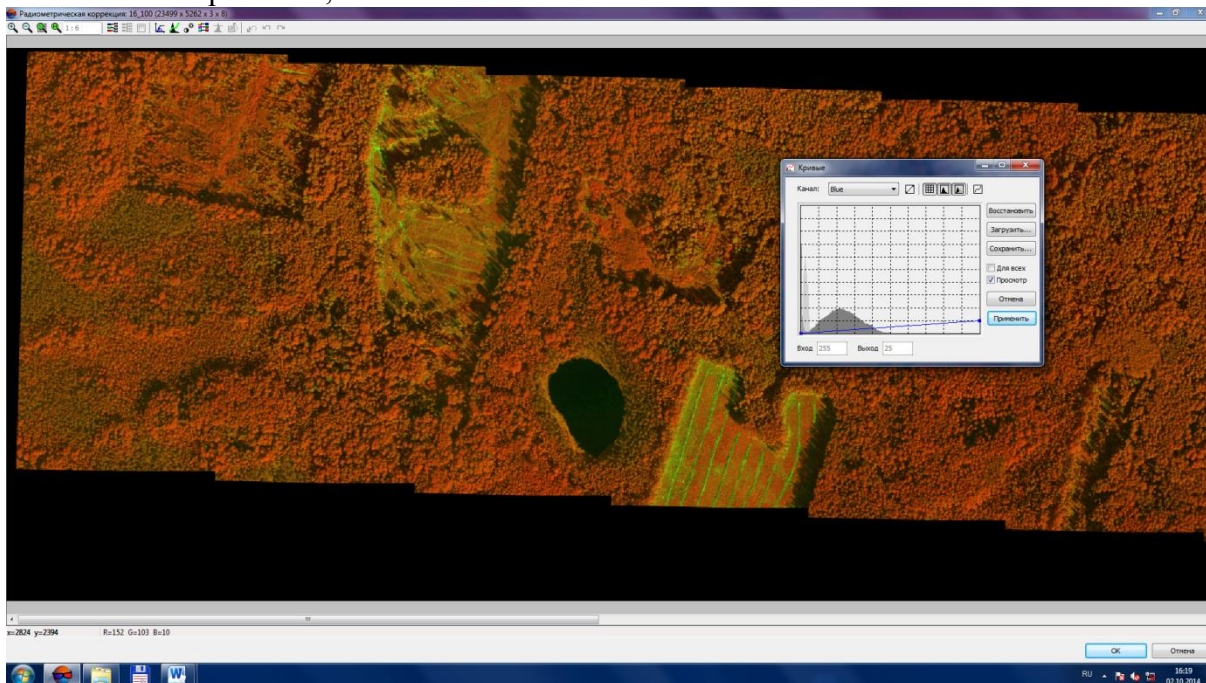
«Обрезка» гистограммы слева и справа выполняется смещением крайних точек кривой к центру до получения желаемых цветовых оттенков (при этом положение точек по вер-

тикали следует сохранять). Насыщенность канала регулируется добавлением точек на кривой.

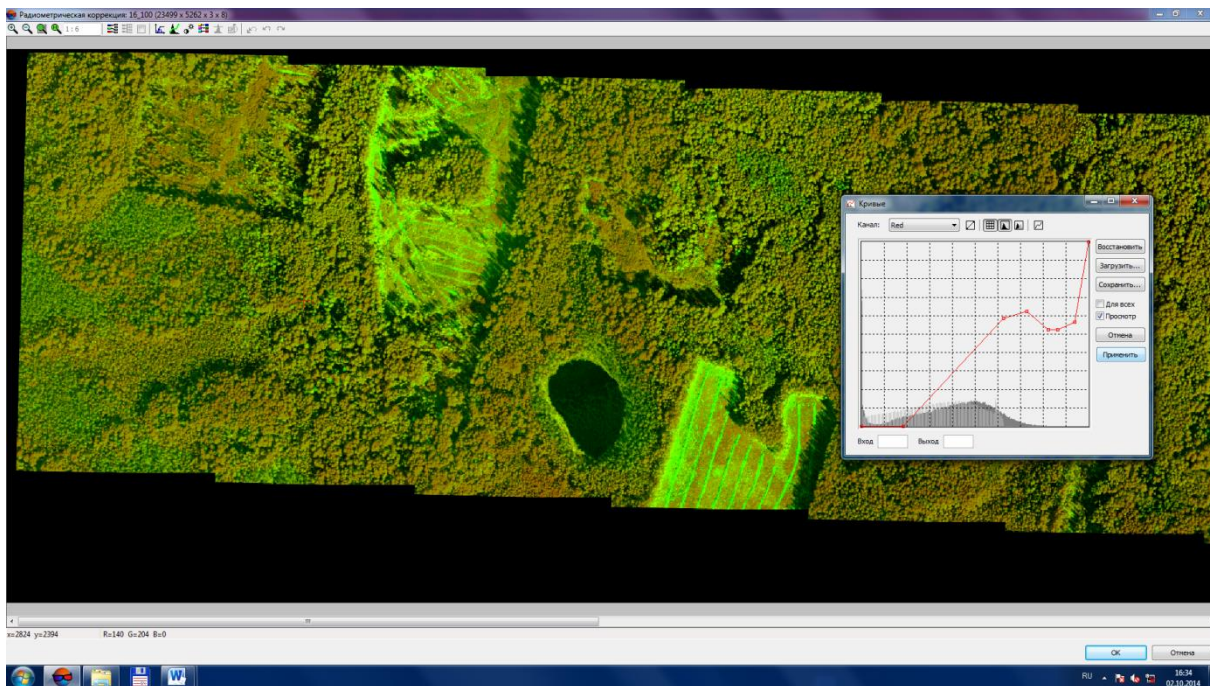


Для формирования «псевдоцветных» изображений:

- выбрать синий канал (Blue), снизить долю его участия в формировании спектрального изображения;



- выбрать зеленый канал (Green), откорректировать его гистограмму таким образом, чтобы на изображениях чётко прослеживались отличия между лиственными (жёлтый - оранжевый цвета) и хвойными (салатовый - тёмно-зелёный цвета) породами.
- при необходимости, откорректировать гистограмму для красного канала (Red).





В связи со специфическими особенностями спектральных характеристик материалов каждой съёмки (залёта), алгоритм изменения гистограмм изображения (улучшение визуальных характеристик исходных изображений) для разных материалов съёмок будет индивидуальным.

В процессе радиометрической коррекции необходимо демонстрировать получаемые результаты опытному специалисту-дешифровщику, а также сравнивать их с материалами таксации (лесными картами, таксационными описаниями, данными измерительно-перечислительной таксации) для оценки и возможной корректировки цветовых настроек.

Выйти из окна *Радиометрическая коррекция* и применить изменения.

Чтобы применить параметры радиометрической коррекции для группы изображений, необходимо:

- нажать *Сохранить параметры радиометрической коррекции*  (сохранение параметров коррекции, установленных для одного снимка);
- выделить группу снимков для распространения на них результатов коррекции;
- загрузить параметры радиометрической коррекции для выделенных снимков из файла  ;
- выйти из *Image Wizard* и применить изменения.

4.2. Подготовка материалов космической съёмки

4.2.1. Особенности космической цифровой (сканерной) стереосъёмки и её материалов

Материалы современных космических съёмок представляют собой, как правило, набор файлов, включающих файлы с RPC-коэффициентами, которые определяют положение снимков в пространстве и значительно упрощают процесс уравнивания снимков программными средствами. Уравнивание снимков необходимо для создания единого изображения из нескольких снимков, формирования набора стереопар, выполнения корректных картометрических измерений по снимкам.

Зачастую изображения космической цифровой (сканерной) съёмки при добавлении в проект Photomod StereoMeasure изначально не обладают характеристиками, достаточными для их комфортного просмотра и достоверного анализа аналитическим и измерительным способами (например, для лесного дешифрирования). В первую очередь, после загрузки

снимков в проект, необходимо выполнить радиометрическую коррекцию снимков для получения оптимальных характеристик цветопередачи изображения.

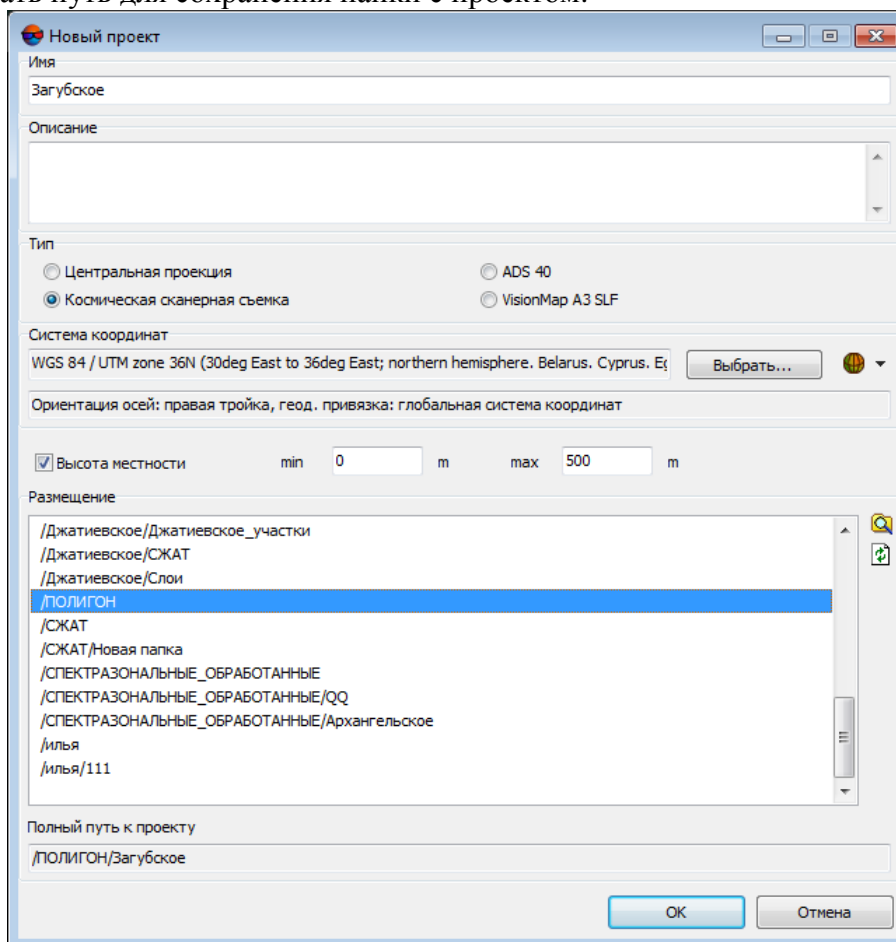
Особенностью радиометрической коррекции космических изображений также является различие между исходными снимками в стереопарах. Процесс космической стереосъемки (с одного витка) подразумевает последовательную (двухкратную) съемку одной и той же территории под разными углами. При этом, как правило, условия съемки успевают измениться – меняется угол съемки, за счет момента достижения спутником точки, с которой выполняется повторная съемка уже отснятой однажды территории, и (или) за счет угловых движений камеры или сенсора и, как следствие, изменяются итоговые характеристики снимков. Поэтому для улучшения визуализации снимков необходимо при выполнении радиометрической коррекции, разбивать их на группы, снятые под одним и тем же углом.

4.2.2. Создание проекта в Photomod для обработки материалов космической съемки

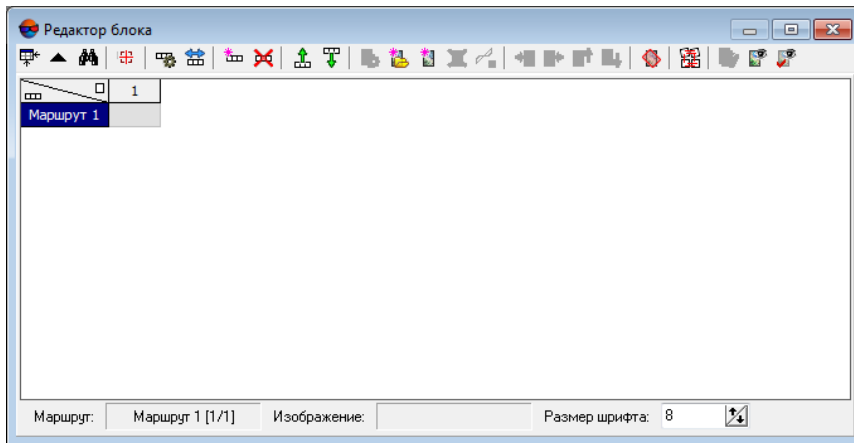
Запустить Photomod.

В окне Управление проектами выбрать *Создать*. В окне *Новый проект*:


- задать имя проекта;
- выбрать соответствующий тип съёмки (*космическая*);
- выбрать систему координат;
- задать высоту местности;
- выбрать путь для сохранения папки с проектом.

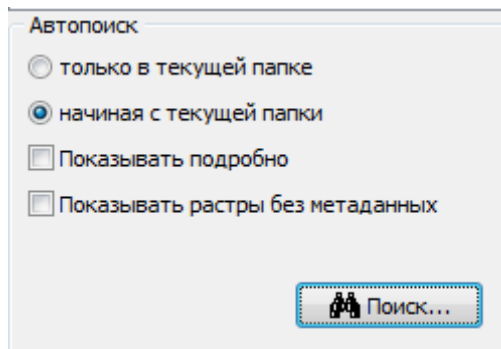


После создания проекта появится окно *Редактор блока*, где выполняется загрузка снимков и формирование маршрутов. Для изображений космической сканерной съёмки рекомендуется пару сдвоенных снимков (стереопару) помещать в отдельный маршрут.



4.2.3. Загрузка космических изображений (снимков) в проект

Для загрузки снимков в проект нажать кнопку *Добавить изображения из файлов* . В открывшемся окне выбрать папку в которой находятся снимки. В Автопоиске выбрать команду *Начиная с текущей папки* (для поиска продуктов космической сканерной съёмки), нажать *Поиск*.



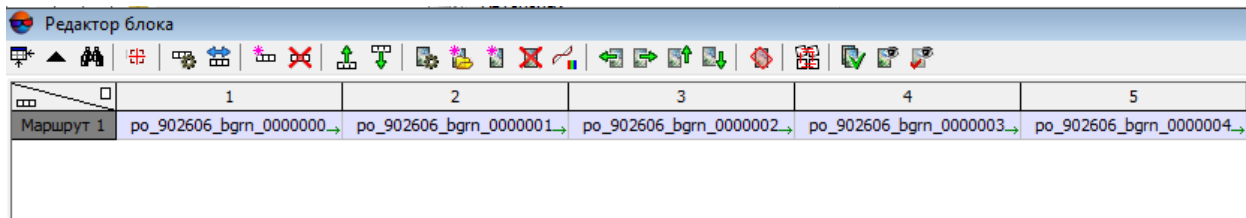
Если поиск выполнен успешно (в колонке *Тип* будет указано название одного спутника и продукта съёмки), нажать кнопку *Добавить все*.






Добавляемые изображения

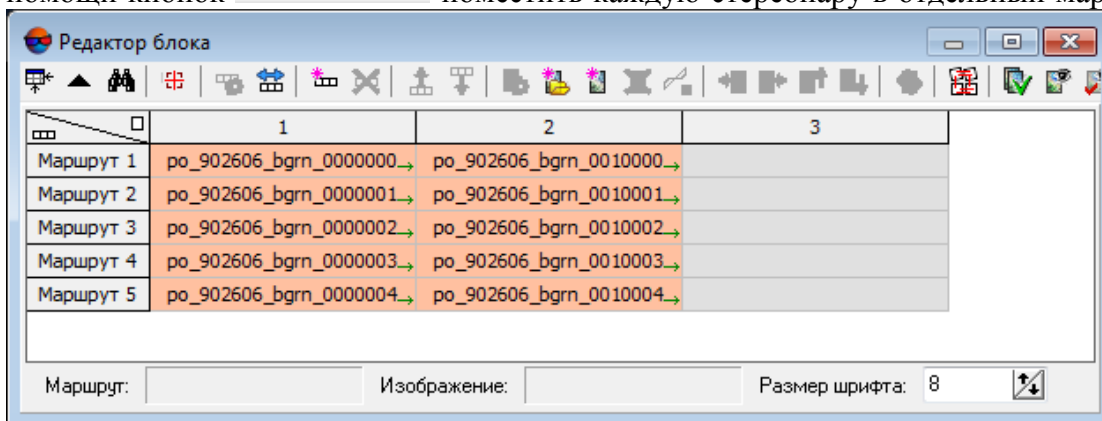
Имя	R	Идентификатор	Тип	Ширина	Высота	Каналов	Байт/пиксель
po_902606_bgrn_0000000	-	po_902606_bgrn_0000000	GeoEye-1 GeoStereo	20027	6165	4	8
po_902606_bgrn_0000001	-	po_902606_bgrn_0000001	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0000002	-	po_902606_bgrn_0000002	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0000003	-	po_902606_bgrn_0000003	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0000004	-	po_902606_bgrn_0000004	GeoEye-1 GeoStereo	20012	3442	4	8
po_902606_bgrn_0010000	-	po_902606_bgrn_0010000	GeoEye-1 GeoStereo	20027	6165	4	8
po_902606_bgrn_0010001	-	po_902606_bgrn_0010001	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0010002	-	po_902606_bgrn_0010002	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0010003	-	po_902606_bgrn_0010003	GeoEye-1 GeoStereo	20028	6165	4	8
po_902606_bgrn_0010004	-	po_902606_bgrn_0010004	GeoEye-1 GeoStereo	20012	3442	4	8

Затем следует создать папку Images и, оставляя без изменений параметры загрузки снимков, нажать *Ок*.

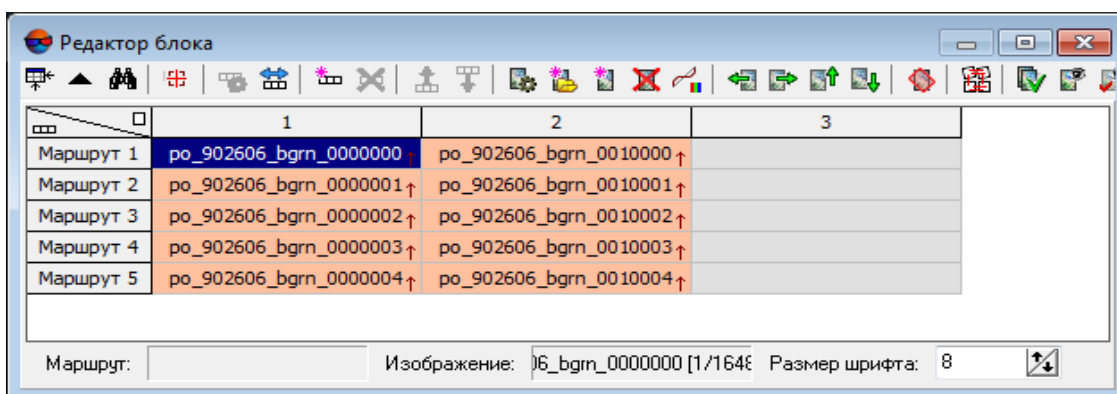
Все снимки загружаются в один маршрут:



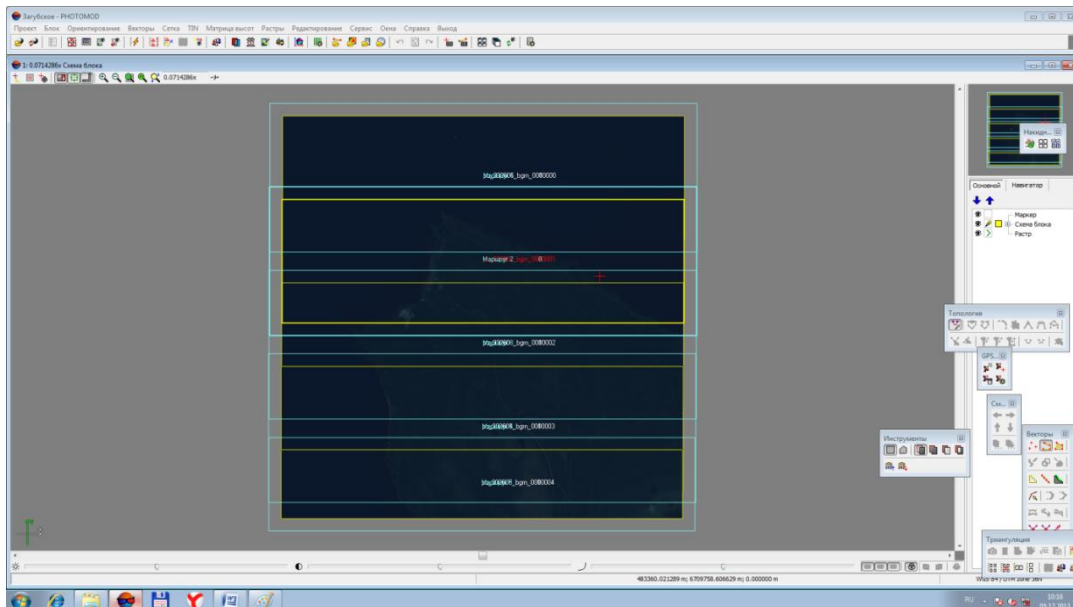
Для добавления новых маршрутов нажать кнопку *Добавить маршрут*  и при помощи кнопок     поместить каждую стереопару в отдельный маршрут:




В меню 2D окна выполнить команду *Блок/вернуть изображения по накидному монтажу/Все*

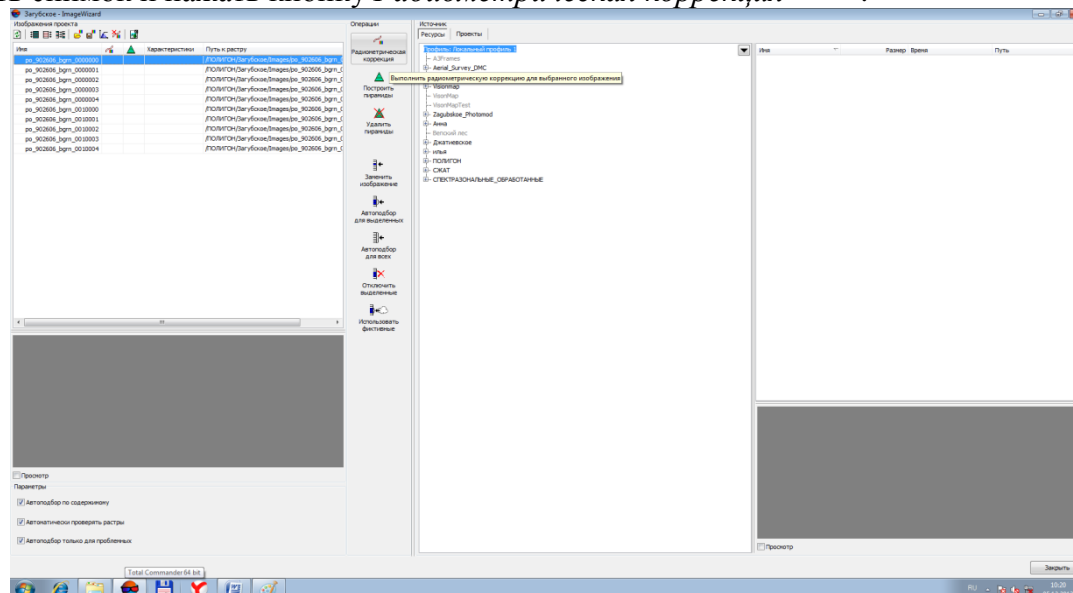


Все изображения должны изменить своё направление. Эта процедура необходима для уравнивания снимков. После загрузки снимков в проект обычно необходимо выполнить радиометрическую коррекцию, т.к. загруженные снимки без радиометрической коррекции по своим визуальным свойствам малопригодны для обработки и анализа.




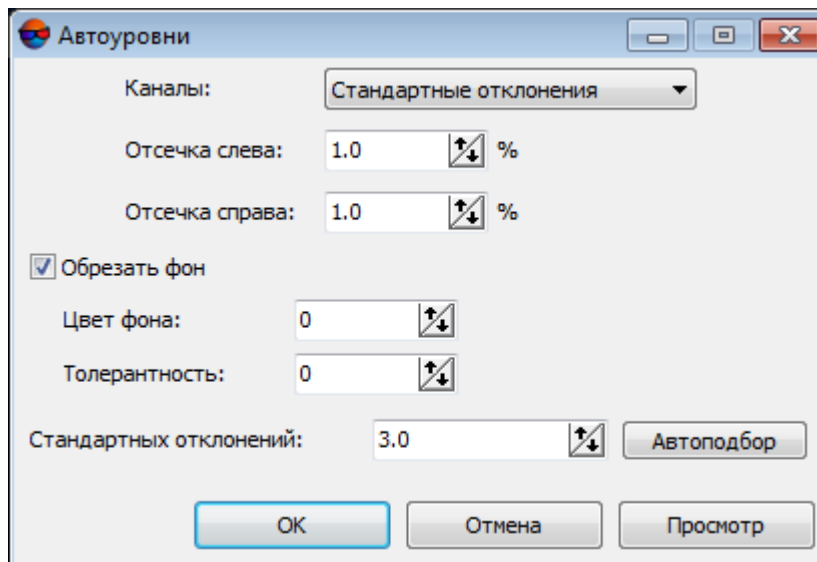
4.2.4. Радиометрическая коррекция

В меню 2D окна выполнить команду *Растры/Image Wizard*. В открывшемся окне выбрать снимок и нажать кнопку *Радиометрическая коррекция* .

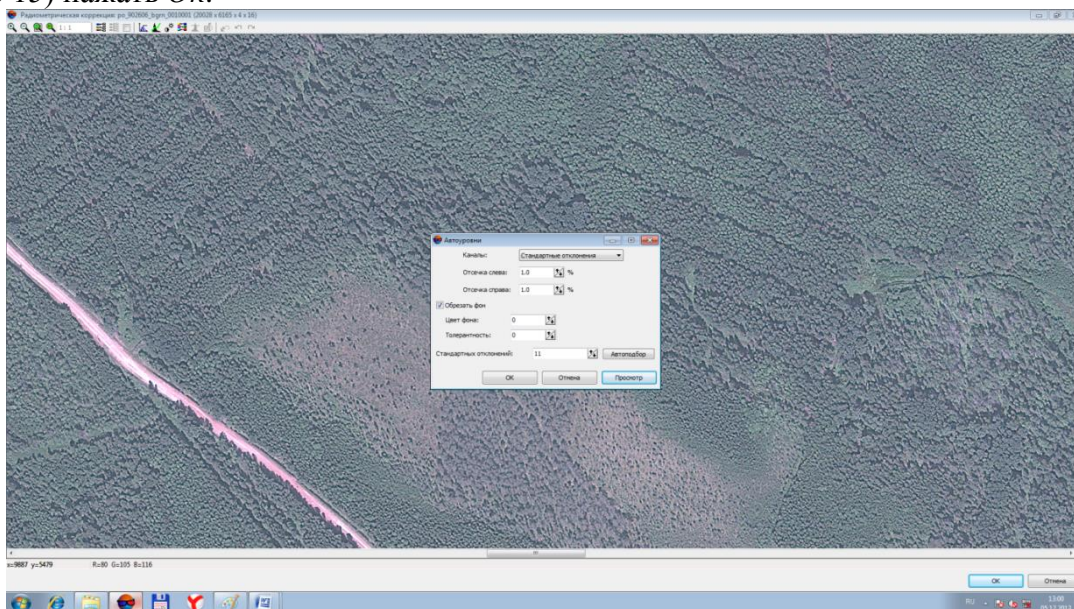



В диалоге *Выполнить автоуровни* выбрать *Нет*. Увеличить часть снимка в характерном месте до масштаба 1:1.

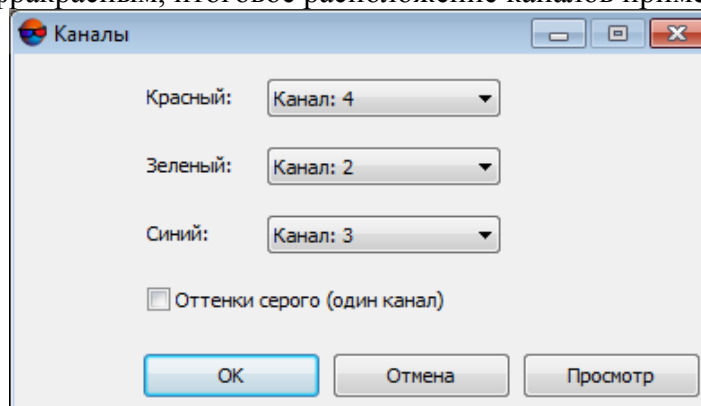
Нажать кнопку *Автоуровни*  для автоматической коррекции изображения. В новом окне напротив пункта *Каналы* выбрать *Стандартные отклонения*. Важно при автоматической коррекции подобрать необходимый коэффициент стандартных отклонений. Для удобства коррекции изображения следует использовать клавишу *Просмотр*.



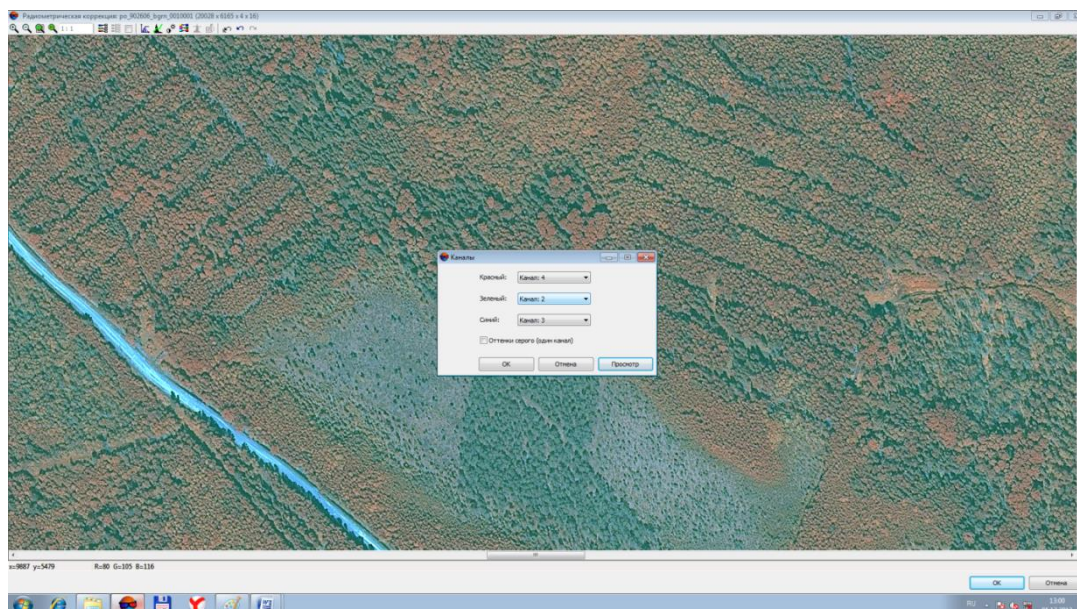
После успешного подбора опытным путем коэффициента стандартных отклонений (изображение не должно получаться слишком контрастным или слишком тёмным; для космических сканерных изображений данный коэффициент может находиться в диапазоне от 7 до 15) нажать *Ок*.



Для изменения порядка (и замены) каналов нажать кнопку . Откроется диалоговое окно *Каналы*. Распространённый порядок расположения каналов в материалах цифровой съемки: 1-й канал - красный, 2-й - зелёный, 3-й - синий, 4-й - инфракрасный. При замещении красного канала инфракрасным, итоговое расположение каналов примет вид:



Нажать *Просмотр* и принять изменения.





Корректировка гистограмм каналов материалов космической съемки осуществляется аналогично корректировке материалов аэросъемки (4.1.5.).

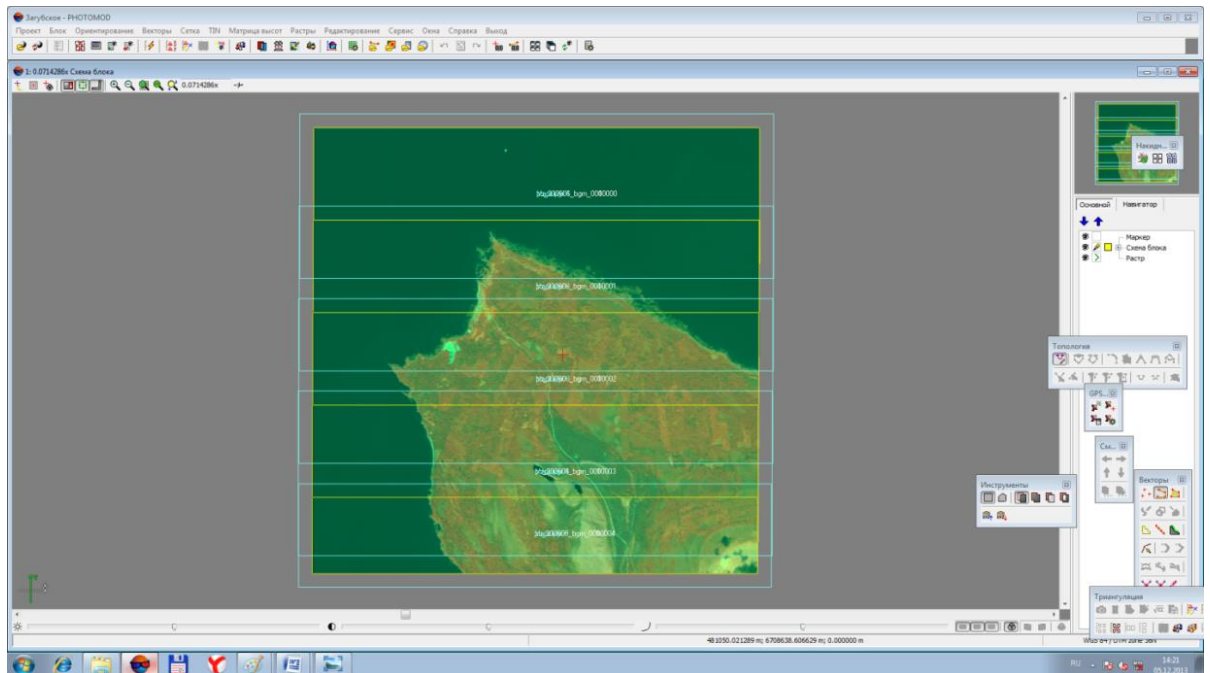


Фрагмент космического снимка Нанайского лесничества Хабаровский край (в центре снимка видна группа погибших деревьев изумрудного цвета).

После завершения радиометрической коррекции результаты следует продемонстрировать опытному специалисту-дешифровщику для оценки и корректировки (при необходимости).



Выйти из окна *Радиометрическая коррекция* и применить изменения. Для того, чтобы применить параметры радиометрической коррекции для группы космических снимков, снятых под одним и тем же углом, необходимо:

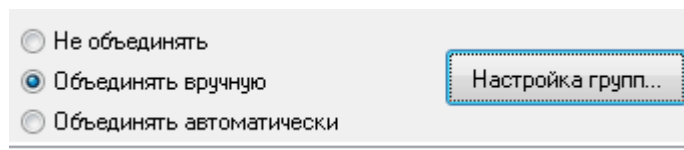
- сохранить параметры радиометрической коррекции , которая была выполнена для одного снимка;
- выделить группу снимков для распространения на них результатов коррекции;
- загрузить параметры радиометрической коррекции для выделенных снимков из файла  ;
- выйти из *Image Wizard* и применить изменения.



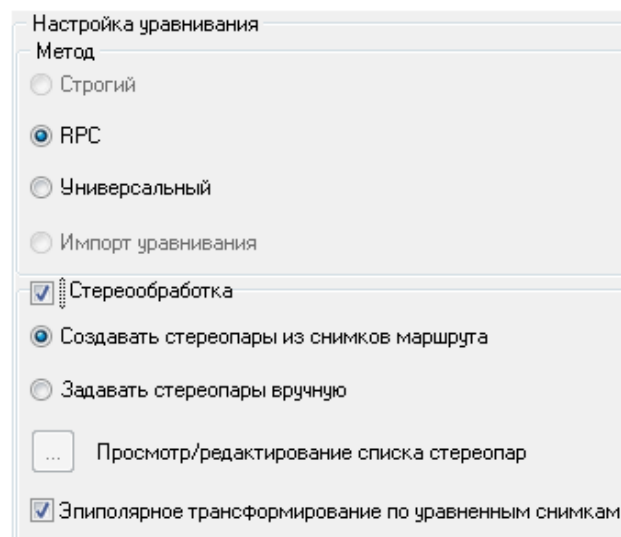
4.2.5. Уравнивание изображений


Для уравнивания изображений необходимо:

- запустить модуль уравнивания, нажав кнопку  на панели 2D окна;
- в окне Уравнивание блока войти в параметры  ;
- во вкладке Снимки выбрать пункт Объединять вручную и нажать кнопку *Настройки группы*;



- в редакторе объединений создать группу и переместить в неё снимки, сделанные под одним и тем же углом;
- повторить указанные действия с другой группой снимков, нажать *Применить* (объединение снимков по группам необходимо для более точного уравнивания);
- в *Настройках уравнивания* выбрать *метод по RPC коэффициентам* и поставить галочку напротив слова *Стереобработка*, остальные настройки оставить без изменений, нажать *OK*;




- в окне *Уравнивание блока* нажать на кнопку уравнивать  ;
- выйти из окна *Уравнивание блока* и применить изменения.

После уравнивания возможны просмотр снимков в стереорежиме и измерения высот объектов.





5. Стереонализ аэро- космических изображений в программе Photomod


Стереонализ материалов дистанционных съемок выполняется на АРМ таксатора-дешифровщика, оснащенных специальными программно-аппаратными средствами, в том числе стереомониторами и стереочками. Анализ материалов дистанционных съемок в стереорежиме выполняется на разных стадиях дешифрирования: при изучении и анализе признаков дешифрирования, контурном и аналитическом дешифрировании.

Последовательность действий для просмотра изображений в стереорежиме:

- открыть существующий проект в Photomod;
- открыть стереопару – в окне накладки монтажа щелчком мыши выбрать снимок;
- выполнить *Открыть новое 2-D окно на выбранную стереопару*  (либо сочетание клавиш *Ctrl-Alt-W*);
- с помощью инструментов масштабирования установить масштаб изображения.


Настройки стереорежима регулируются клавишами панели инструментов 2D-окна:

-  (дублируется горячей клавишей **F9**) – включение/выключение стереорежима, тип которого (анаглифический или покадровый) выбирается в настройках системы в окне Параметры (команда **Сервис | Настройки**). См. также раздел [Стереорежимы](#). Команда доступна для **2D окна** на выбранную стереопару.
-  (дублируется горячей клавишей **F11**) – если изображение в монорежиме, то, нажимая эту кнопку, можно менять левый и правый снимок в этом окне. Если изображение в стерео режиме, то изменится фаза стереорежима (т.е. левый и правый снимок поменяются местами). Команда доступна для **2D окна** на выбранную стереопару.
-  (дублируется горячей клавишей **F2**) – настройка стереоизображения таким образом, чтобы продольный параллакс в положении маркера был равен нулю. См. раздел [Настройка стереоизображения](#). Команда доступна для **2D окна** на выбранную стереопару.
-  (дублируется горячей клавишей **F3**) – отмена настройки стереоизображения, произведенная нажатием клавиши **F2**. См. раздел [Настройка стереоизображения](#). Команда доступна для **2D окна** на выбранную стереопару.

Для изменения продольного параллакса на выбранную область снимка необходимо нажать кнопку *Режим с фиксированным параллаксом*  на панели 2D-окна (изменения выполняются при помощи колеса мыши).

Настройка стереоизображения для лучшего стереоэффекта:


При работе в стереорежиме возникает задача настройки глубины стереоизображения для достижения наилучшего стереоэффекта в интересующей области исследуемого объекта. Эта задача особенно актуальна при работе с «глубокими» изображениями, т.е. с изображениями, имеющими большой разброс продольных (горизонтальных) параллаксов в области стереонаблюдения.

Для настройки стереоэффекта установите маркер редактирования в интересующую область и спроецируйте его на поверхность рельефа или объекта (см. раздел [Управление маркером](#)). **Затем** нажмите клавишу **F2** или кнопку  2D-окна.

Программа преобразует стереоизображения таким образом, чтобы нулевые значения продольного параллакса были в точке маркера, а наилучший стереоэффект - в окрестности этой точки или на её «глубине».

Для восстановления базовой «глубины» стереоэффекта нажмите клавишу **F3** или

кнопку  2D-окна.

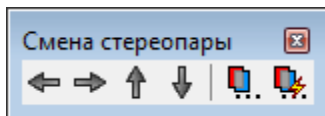
Для смены фазы стереорежима (т.е. для переключения между левым и правым снимком) нажмите клавишу **F11** или кнопку  в 2D-окне.

Кроме того, для изменения «глубины» стереоизображения используйте сочетания клавиш **Shift-PgUp/PgDn** или **Shift-колесо**.


Перед началом работы в стереорежиме важно убедиться, что выбрана необходимая стереопара, включен стереорежим, включен режим с фиксированным параллаксом и правильно выбрана фаза просмотра стерео (левый-правый или правый-левый снимок)



Для перемещения между смежными стереопарами используются инструменты панели *Смена стереопары*. Данная панель активизируется в меню *Окна – Панели инструментов*.



Для смены стереопары вручную по номеру снимка и углу засечки необходимо:

- Выбрать в окне *Смена стереопары* пункт *Выбор стереопары для перехода* .
- В открывшемся окне *Выбор стереопары* открыть вкладку *Параметрический поиск*.
- Выбрать необходимый снимок и нажать ОК.

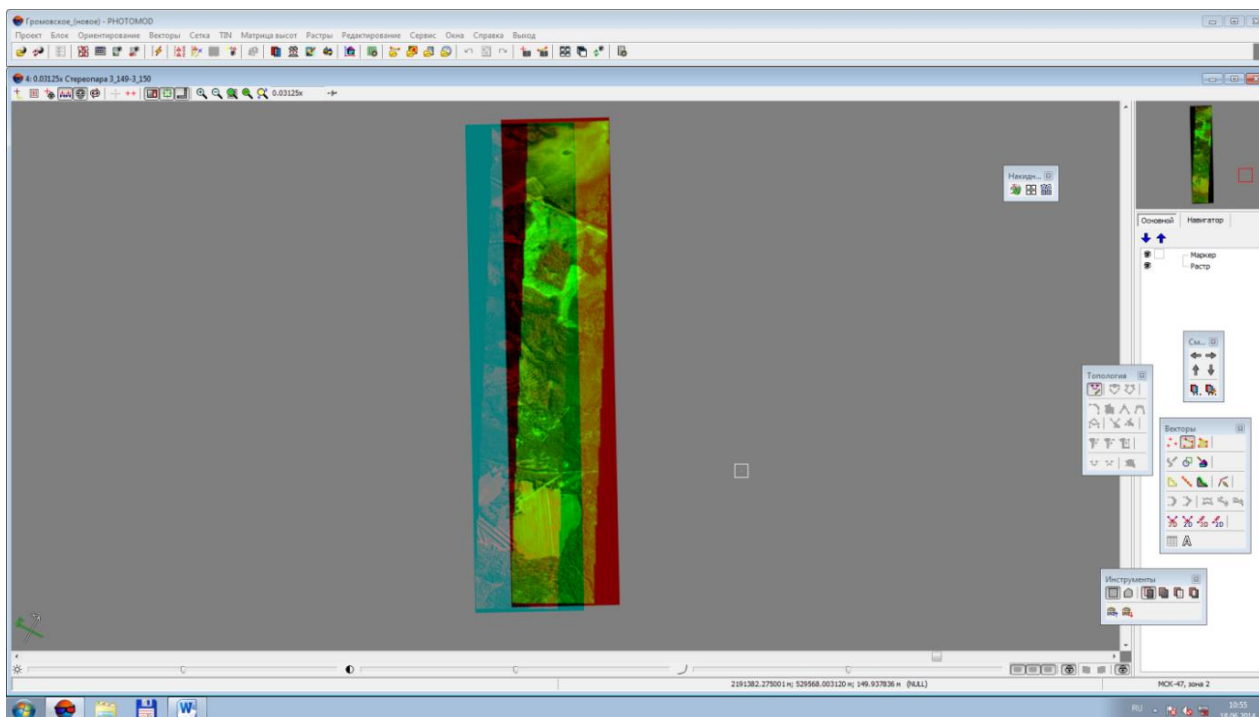
При работе с материалами съемки камерой VisionMap A3 рекомендуется выбирать стереопары с углом засечки около 3°.

Стереопара	Рейтинг, %	Угол засечки, °	Расст. до границы, пикс.	Курс, °	Крен, °	Тангаж, °	Наклон базиса, °	Наклон луча, °	Высота центра проекции, левый снимок, м	Высота центра проекции, правый снимок, м
1000003_40-1000005_37	96.58	18.67	932.8	-41.93	0.38	-1.38	0.00	1.43	-	-
1000005_38-1000003_39	95.97	17.96	1709.9	156.94	0.06	1.44	-0.00	1.44	-	-
1000003_39-1000005_39	95.81	18.35	313.7	-13.61	0.02	0.08	0.00	0.08	-	-
1000003_40-1000005_39	95.65	17.97	313.7	-23.10	0.07	1.61	0.00	1.61	-	-
1000005_38-1000003_40	95.13	18.08	1276.8	147.30	0.01	-0.09	-0.00	0.09	-	-
1000005_37-1000003_39	94.19	18.04	932.8	147.34	-0.35	2.94	-0.00	2.96	-	-
1000005_37-1000003_40	94.15	18.67	932.8	138.07	-0.38	1.38	-0.00	1.43	-	-
1000005_39-1000003_40	92.27	17.97	313.7	156.90	-0.07	-1.61	-0.00	1.61	-	-
1000005_39-1000003_39	91.95	18.35	313.7	166.39	-0.02	-0.08	-0.00	0.08	-	-
1000003_39-1000003_40	89.61	3.02	1276.8	64.48	-0.30	8.98	0.00	8.98	-	-
1000005_37-1000005_38	88.71	3.00	932.8	63.73	-2.45	-8.98	0.00	9.31	-	-
1000005_37-1000005_39	88.58	6.01	313.7	63.99	-0.97	-8.97	0.00	9.03	-	-
1000003_40-1000003_39	88.32	3.02	1276.8	-115.52	0.30	-8.98	-0.00	8.98	-	-
1000005_38-1000005_37	87.38	3.00	932.8	-116.27	2.45	8.98	-0.00	9.31	-	-
1000005_39-1000005_37	87.26	6.01	313.7	-116.01	0.97	8.97	-0.00	9.03	-	-

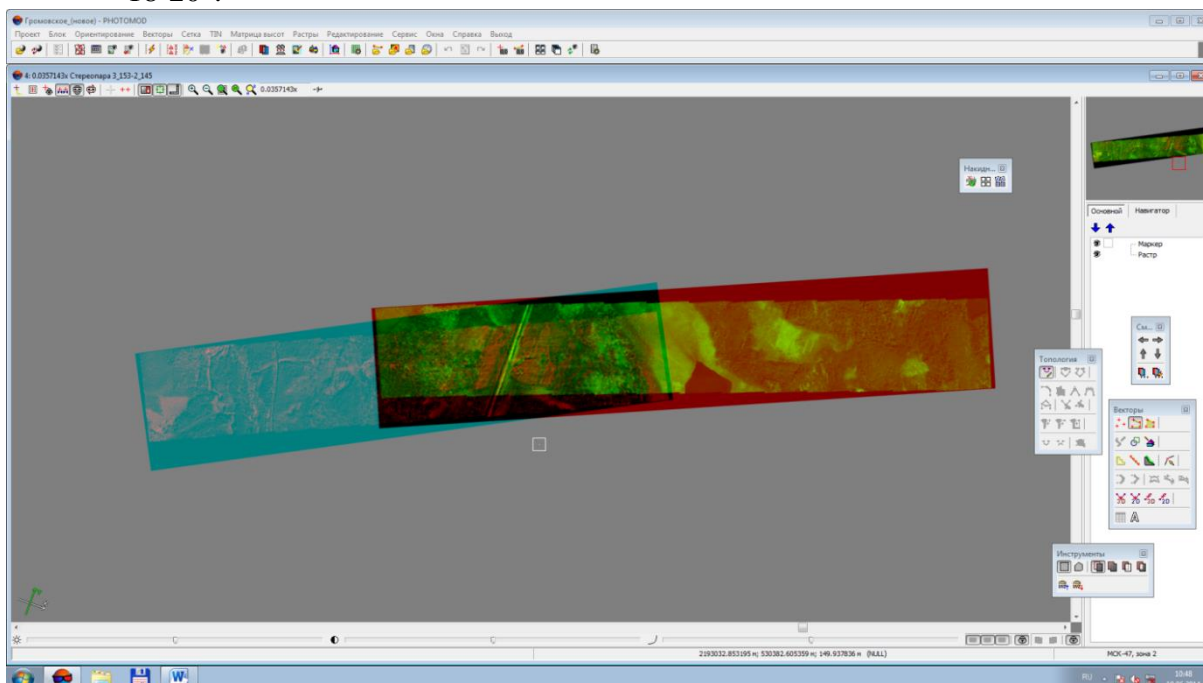
Возможны два варианта формирования стереопар по материалам VisionMap A3:

- 1) Использование квазипанорамных снимков из одного маршрута. Поперечное перекрытие между снимками составляет 350-380 м, продольное – порядка 3600-4000 м

(продольное и поперечное перекрытия могут отличаться в зависимости от параметров съёмочного процесса). Угол засечки – 3° .



- 2) Использование квазипанорамных снимков из смежных маршрутов. Поперечное перекрытие между снимками 430-480 м, продольное – около 1800-2200 м. Угол засечки – $18-20^\circ$.



Особенностью снимков, получаемых камерой VisionMap A3, является то, что при стереопросмотре объекты (деревья, строения), располагающиеся близко к краевым частям снимков, отображаются в перспективе. Поэтому, меняя стереопары на выбранную область, и просматривая перспективное отображение кроны отдельных деревьев, можно значительно упростить определение древесных пород, имея однако ввиду возникающие геометрические искажения проекций кроны деревьев.

6. Создание векторных объектов в программе Photomod

Навыки работы с векторными данными необходимы таксатору-дешифровщику в первую очередь для выполнения контурного дешифрирования (п.8.1).

6.1. Загрузка векторных и растровых слоев в проект Photomod.

Управление слоями

Исходными материалами для дешифрирования, кроме данных дистанционного зондирования, могут служить слои цифровой картографической основы на объект лесоустройства – векторные слои границ объекта, дорожной, гидрографической, квартальной сети, границ категорий защитных лесов и ОЗУ, растровые слои с ортофотопланами, отсканированными и геопривязанными картами.

6.1.1. Загрузка векторных данных

Необходимые для выполнения работ по дешифрированию векторные слои готовятся средствами ГИС, сохраняются в форматах *.mif, *.shp (или других, поддерживаемых Photomod) и импортируются в проект Photomod с помощью команд *Векторы – Импорт*.

Зачастую слои с векторными объектами, загруженные в проект Photomod, при стереопросмотре оказываются смещенными по высоте относительно полога леса, что препятствует выполнению работ по контурному дешифрированию. Для изменения положения векторных объектов по высоте необходимо в режиме стереопросмотра:



- выделить весь слой или отдельные объекты,
- вращая колесо «мыши» с одновременным удержанием клавиши *Ctrl* добиться необходимого положения векторных объектов по высоте.



6.1.2. Загрузка растровых данных



Загрузка в проект растровых изображений (ортотрансформированных снимков, фрагментов лесоустроительных планшетов, ортофотопланов) выполняется командой *Растры/Загрузить геопривязанные растры*.

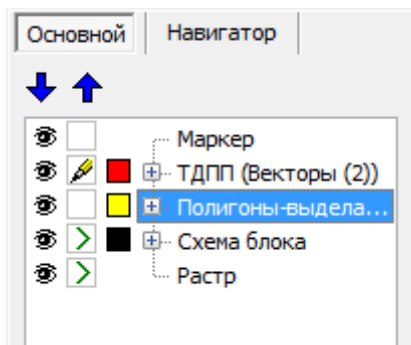
6.1.3. Управление слоями

Окно диспетчера слоёв, расположенное в правой части 2D - окна, позволяет выполнять операции управления слоями в проекте:

- отображение слоёв (включение – выключение слоя клавишей ) ,
- включение режима редактирования слоя ,

Значок , появляющийся после щелчка по названию слоя, означает, что слой становится активным и может быть отредактирован в 2D или 3D-окне. Значок  означает, что слой активный, но не может быть отредактирован.

- изменение цветовых характеристик векторных объектов (для включения необходимо дважды кликнуть цветной квадратик слева от названия слоя),
- регулирование расположения слоёв относительно друг друга   .



6.1.4. Создание атрибутов для векторного слоя




При выполнении контурного дешифрирования важно обеспечить однозначное соответствие между выделяемыми на материалах ДЗЗ контурами лесотаксационных выделов и их таксационными описаниями. До совмещения картографических и атрибутивных данных в ГИС такое соответствие может быть обеспечено путем присвоения векторным объектам адресных атрибутов (номеров кварталов и выделов).

Допустимо два варианта выполнения контурного дешифрирования с формированием адресных характеристик в Photomod:

1. Создание слоя полигонов-выделов с атрибутами.
2. Создание двух векторных слоев – полилиний-границ выделов и точек внутри контуров выделов с адресными атрибутами.

Использование первого варианта не требует после экспорта в ГИС дополнительных действий. Второй вариант (использование для разделения выделов полилиний и ввод номеров квартала и выдела в атрибуты точек) требует после экспорта в ГИС операций создания полигонов из замкнутых линий и присвоения полигонам значений атрибутов точек.

Для создания векторного слоя с атрибутивной таблицей (классификатором) выполняется последовательность действий:


- создать новый векторный слой *Векторы* – *Создать слой с классификатором*;
- пересохранить созданный слой (по-умолчанию – *Векторы*) с новым названием – выделить слой *Векторы* в окне *Диспетчер слоев*, с помощью правой клавиши мыши выполнить операцию *Сохранить как* и ввести новое название (например, *Полигоны-выделы*);
- на панели *Векторы* выбрать *Показать окно классификатора* ,
- внутри открывшегося окна *Классификатор* во вкладке *Коды* выполнить команду *Добавить код* , задать новый код и его имя, установить тип векторных объектов (Р – точка, L – линия, С – полигон),
- во вкладке *Атрибуты* выполнить команду *Добавить атрибут* , задать имя первого атрибута - «№ квартала», выбрать тип данных (*Integer*); повторить для атрибутов «№ выдела» (*Integer*) и «Площадь» (*float*).

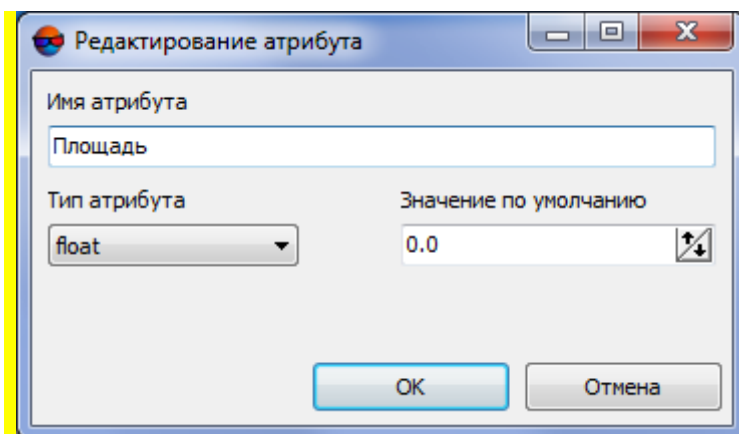
При выполнении контурного дешифрирования с созданием полигонов-выделов следует использовать указанный алгоритм (создание одного полигонального слоя с классификатором и атрибутами «№ квартала», «№ выдела», «Площадь»).

При выполнении контурного дешифрирования по второму варианту (с двумя векторными слоями – линиями и точками), необходимо создать векторный слой *Линии-границы* без классификатора (*Векторы* – *Создать слой*) и векторный слой *Точки* с классификатором с атрибутами «№ квартала», «№ выдела».

Для создания векторного слоя с классификатором в Photomod StereoMeasure выполнить:

- последовательность *Векторы* – *Атрибуты* - *Обязательные атрибуты* слоя;

- в открывшемся окне при помощи кнопки  добавить необходимые атрибуты и указать типы данных – «№ квартала» (Integer), «№ выдела» (Integer), «Площадь» (float).

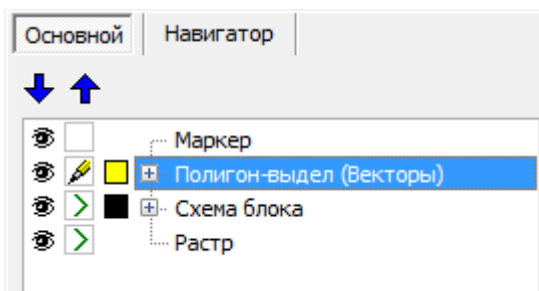


Имя	Тип	Знач. по умолч.
№ квартала	integer	0
№ выдела	integer	0
Площадь	float	0.000000

6.2. Создание границ выделов


6.2.1. Создание границ выделов с помощью полилиний

В окне *Диспетчер слоев* сделать слой, на котором будут создаваться новые векторные объекты в процессе дешифрирования, активным и редактируемым.



Создание полилинии



Для создания полилинии:

- войдите в режим создания полилиний (нажав клавишу **L** или кнопку панели инструментов  (режим ввода незамкнутых полилиний);
- для каждой вершины линии:
 - поместите маркер в нужное место (см. раздел [Управление маркером](#));
 - нажмите **Insert** для ввода вершины;
- нажмите **Enter** или **Esc** для завершения создания полилинии.

Ввод вершины полилинии также может осуществляться правой клавишей мыши (предварительно нужно убедиться, что включен драйвер мыши во вкладке *Вектора* панели 2D-окна).

Примыкание полилиний с точной привязкой к смежным объектам, созданным ранее, выполняется в режиме снаппинга.

Снаппингом (от английского «*snap*» – «захватить») называется такое перемещение маркера, при котором он «прилипает» к тем или иным элементам объектов на экране. Режим удобен при необходимости точного пространственного совпадения элементов создаваемых объектов с элементами существующих. Снаппинг используется при векторизации, при этом можно осуществлять снаппинг ко всем объектам открытых векторных слоев, а не только к находящимся в активном слое. Для работы в режимах снаппинга предусмотрены команды меню **Редактирование | Снаппинг** и инструменты панели **Редактирование векторов (Окна | Панели инструментов | Редактирование векторов)**. Имеются следующие режимы снаппинга:

- **3D снаппинг к линиям** (кнопка  или горячая клавиша **N**). В этом режиме маркер перемещается по вершинам и сегментам векторных объектов. Щелчок мыши по какой-либо точке изображения перемещает маркер в точку векторного объекта (вершину или точку сегмента), ближайшую к указанной точке с точным совпадением XYZ координат.
- **2D снаппинг к линиям** (кнопка  или горячая клавиша **M**). В этом режиме маркер перемещается по вершинам и сегментам векторных объектов таким образом, что XY координаты маркера совпадают с XY координатами вершины или точки сегмента. При этом Z координата сохраняется.

Точная привязка маркера к вершине выполняется с помощью клавиши **V**, к линии – **N**.

2D снаппинг используется в том случае, когда создаваемый объект должен совпадать с существующим только в плане. Например, когда к зданию «пририсовывается» пристройка, имеющая другую высоту.


Перечисленные выше горячие клавиши удобны для быстрого временного включения (клавиша нажата) – отключения (клавиша отжата) снаппинга.

Примечание: включив режим снаппинга при создании объекта, можно провести часть объекта (например, полилинии) по уже существующему объекту. В результате два (или более) объекта будут иметь совпадающие геометрически части объектов.

6.2.2. Создание границ выделов с помощью полигонов

Создание полигона

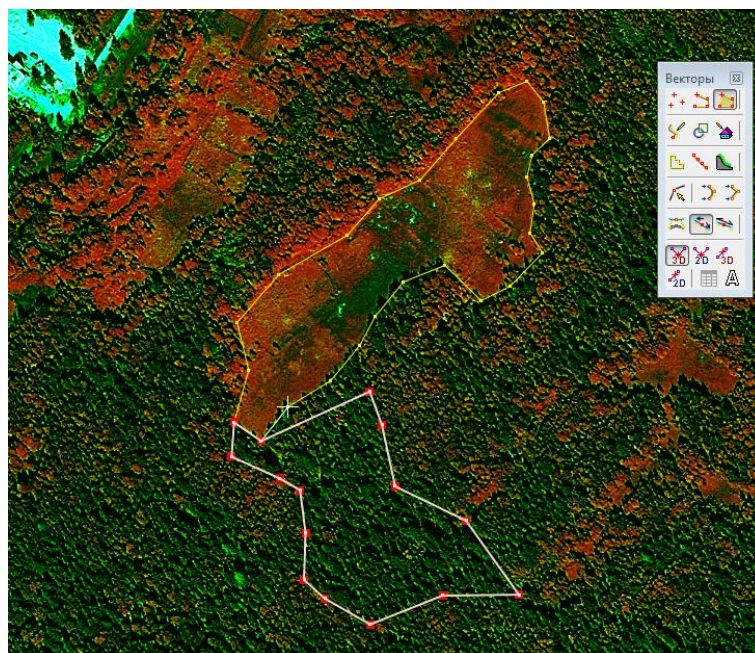
Для создания полигона:

- войдите в режим создания полигонов (нажав клавишу **G** или кнопку панели инструментов  (режим ввода полигонов)
- для каждой вершины полигона:
 - поместите маркер в нужное место (см. раздел [Управление маркером](#));
 - нажмите **Insert** для ввода вершины;
- нажмите **Enter** или **Esc** для автоматического замыкания и завершения создания полигона.

Создание «прямоугольного» полигона описано в разделе [Создание ортогональных объектов](#).

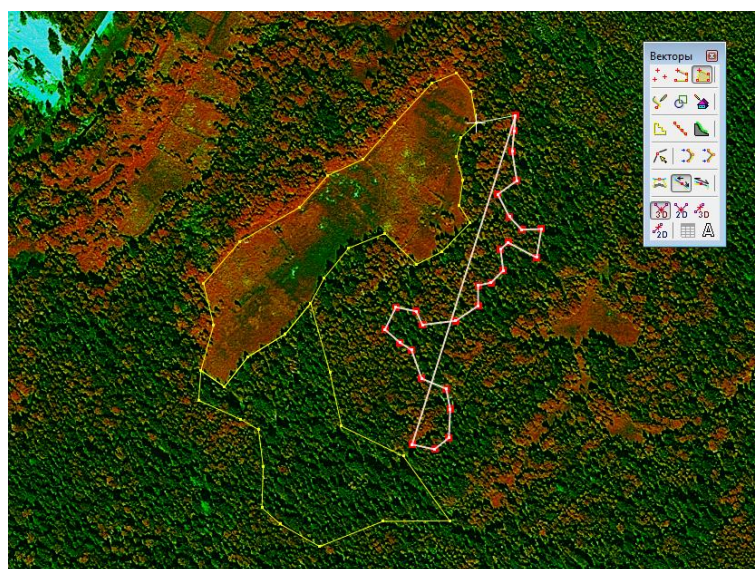
Возможны два варианта создания смежных полигонов в Photomod (смежными считаются полигоны, имеющие общие стороны):

а) дублирование вершин смежного полигона вручную в режиме 3D-снэппинга

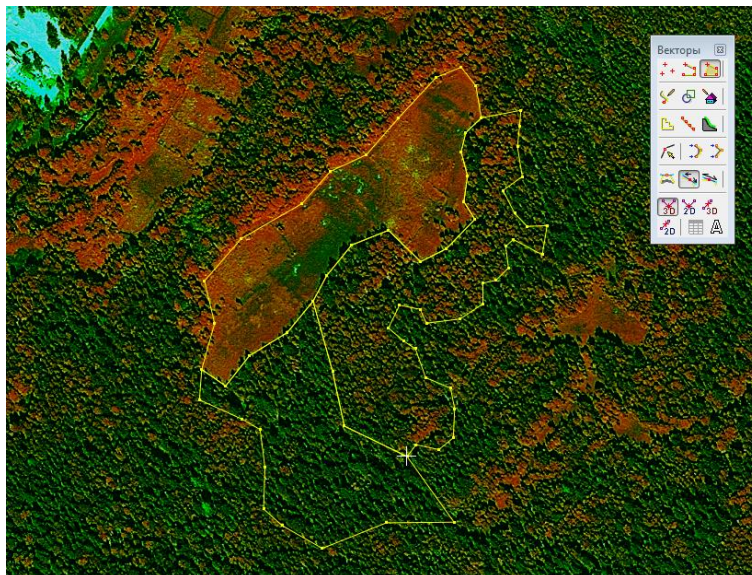


б) дублирование вершин смежного полигона автоматически:

- выполняется примыкание к существующему полигону в первой общей точке (с 3D-снэппингом) с фиксацией клавишей *Insert* (или правой клавишей мыши),



- щелчком левой клавиши мыши выделяется последняя общая точка смежного полигона,
- выполняется автоматическая расстановка общих точек смежных полигонов (сочетание клавиш Shift+A).



6.2.3. Редактирование векторных объектов

Редактирование (исправление) подразумевает изменение ранее созданных векторных объектов путем добавления, удаления, перемещения их вершин, разделения и объединения линий или полигонов. Эти действия необходимы при контурном (и аналитико-измерительном) дешифрировании.

Вершина полилинии (полигона) выбирается щелчком мыши. Для выбранной вершины полилинии (полигона) доступны следующие операции:

- **удаление** – клавиша **Delete**
 - **перемещение** – если нажата клавиша **Ctrl**, вершина может быть перемещена в плоскости XY с помощью мыши или клавиш со стрелками, и по оси Z с помощью клавиш **PgUp**, **PgDn** или вращением колеса мыши
 - **перемещение в положение маркера** – Для этого вершину необходимо выделить, поместить маркер в необходимое положение и нажать клавишу **J**, либо выбрать команду **Вектора | Операции | Переместить в положение маркера**.
-
- **ортогонализация линии на вершине** – команды **Вектора | Операции | Ортогонализация вперед (Ctrl-F)** и **Вектора | Операции | Ортогонализация назад (Ctrl-B)** вызывают перемещение вершины, связанной с выбранной, таким образом, чтобы угол при выбранной вершине был кратен 90° . В первом случае перемещается вершина, следующая за выбранной, а во втором случае – предыдущая. Последовательность вершин показывается при выборе векторного объекта. См. также раздел [Создание ортогональных объектов](#).

Примечание: при выборе одиночной вершины объекта для редактирования сам объект может быть не выбран.

Примечание: если включена опция **Режим редактирования общих вершин**, то перемещение общих вершин является совместным.

Примечание: если включена опция **Режим редактирования общих вершин** и некоторое количество вершин различных объектов уже является «связанными», то для последующего их одновременного редактирования нужно воспользоваться **снэппингом к вершинам** (см. раздел [Виды снэппинга](#)) и командой меню **Вектора | Операции | Переместить в положение маркера**.

Вставка вершины

Чтобы вставить вершину в выбранную полилинию (полигон) поместите маркер в необходимое положение и нажмите **Insert**. Можно также вставить вершину после выделенной точки при создании линий сложной конфигурации. Для этого перед нажатием **Insert** выберите вершину нажатием комбинации клавиш **Alt-S**.

Примечание: если включена опция Режим редактирования общих вершин, то при вставке вершины в общую границу нескольких полилиний между двумя связанными вершинами, она вставляется во все из них.

Продолжение полилинии (полигона)

Для продолжения выбранной полилинии сделайте активной её начальную или конечную вершину (комбинация клавиш **Alt-S**) и продолжите векторизацию в обычном режиме.

Перемещение полилиний, полигонов, вершин объектов

Для перемещения выделенной (двойным щелчком мыши) полилинии нажмите клавишу **Ctrl** и переместите её с помощью мыши или клавиш со стрелками в плоскости XY и с помощью клавиш **PgUp**, **PgDn** или колеса мыши по оси Z. При этом в полилинии не должно быть выделенных вершин.

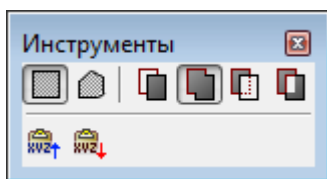
Перемещение вершины объекта с точной привязкой к вершине другого объекта происходит в режиме 3D-снэппинга.


Перемещение вершины объекта с точной привязкой к линии происходит в режиме 2D-снэппинга.

Удаление полилинии

Для удаления выбранной полилинии (полигона) используется клавиша **Delete**. В случае наличия выбранной вершины в выбранной полилинии сначала удаляется вершина, а при повторном нажатии **Delete** удаляется полилиния.

Объединение полигонов




– в окне инструмента *Инструменты* выбрать команду *Добавлять к выделенному* .

– выделить два смежных полигона (убедиться, что все общие точки полигонов посажены с точной привязкой)

Выделить объекты также возможно при помощи правой клавиши мыши (объекты выделяются прямоугольником), зажав при этом клавишу Shift.



В окне инструмента *Топология* нажать на клавишу *Объединить полигоны* .

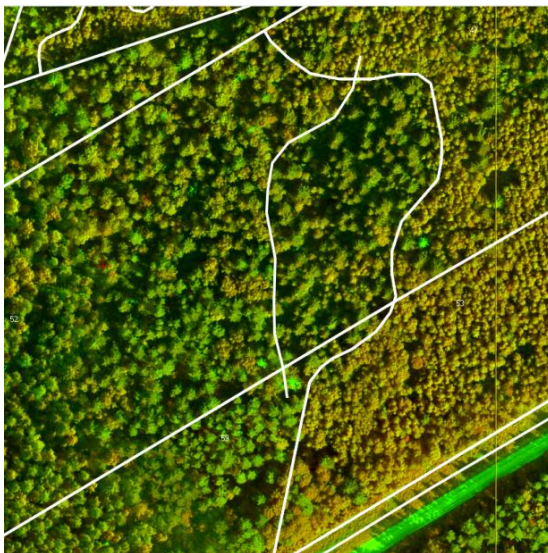
Разделение полигонов

Данная функция доступна только в программе Photomod Stereo Measure. На слое с полигонами следует создать полилинию, вдоль которой будет выполняться разделение. Затем выделить разрезающую полилинию и выполнить команду *Векторы – Топология – Разрезать полигоны/полилинии* (либо Shift + I или двойной щелчок по кнопке «разрезать полигоны/полилинии» на панели «Топология»).

а



б



в





Деление полигона полилинией: а – исходные полигоны, б – создание разрезающей полилинии, в – полигоны после разделения

В результате деления формируется два новых полигона. При этом полигон должен пересекаться в двух точках и, соответственно, делиться на две части. После завершения выполнения команды полилиния, используемая для разделения полигона, должна удалиться со слоя.

6.3. Ввод атрибутивной информации


Ввод атрибутивной (адресной) информации для векторных объектов выполняется в следующей последовательности:

- выделение векторного объекта,
- выбор клавиши *Атрибуты объекта*  панели *Векторы*,
- ввод номера квартала и выдела в атрибутивные поля, сформированные ранее. Номер квартала рекомендуется вводить автоматически для всех векторных объектов:
- выделить все объекты слоя, относящиеся к одному кварталу;
- в окне *Атрибуты объекта*  выбрать атрибут *№ квартала*;
- в пункте *Значение по умолчанию* ввести номер квартала, нажать *Ок*.

После ввода всех атрибутов объектов слоя выполняется контроль следующих ошибок (функция доступна только для версии Photomod StereoMeasure):

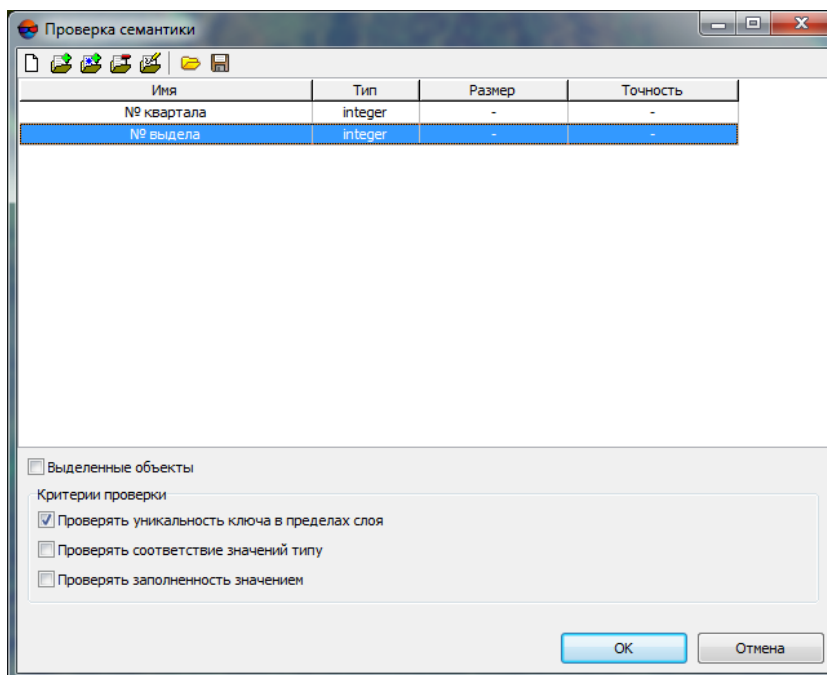
- незаполненные значения атрибутов (пропущенные значения номеров кварталов и выделов);
- несоответствие значений атрибутов заданному типу;
- наличие повторяющихся (неуникальных) заданных наборов значений атрибутов в пределах векторного слоя (например, в пределах одного лесоустroительного квартала наличие объектов с одинаковыми номерами выделов, в пределах участкового лесничества - объектов с одинаковыми номерами кварталов и выделов).

В меню *2D* выполнить команду *Векторы/Атрибуты/Проверить семантику слоя*.

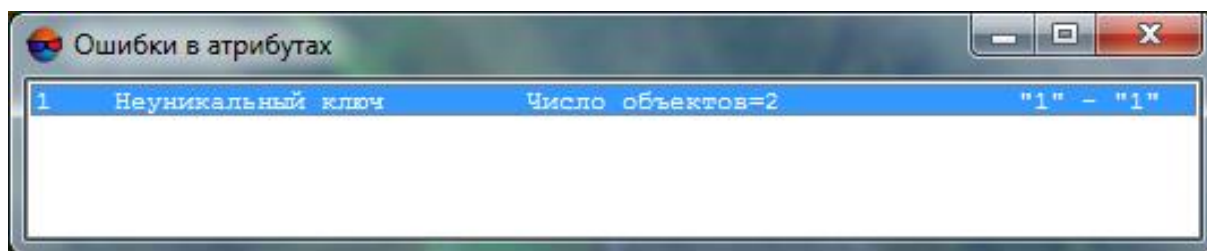
В окне *Проверка семантики* с помощью клавиши  добавить атрибуты («№ квартала», «№ выдела»)

Выбрать критерий для проверки, запустить контроль, исправить ошибки.


Проверка уникальности ключа в пределах слоя

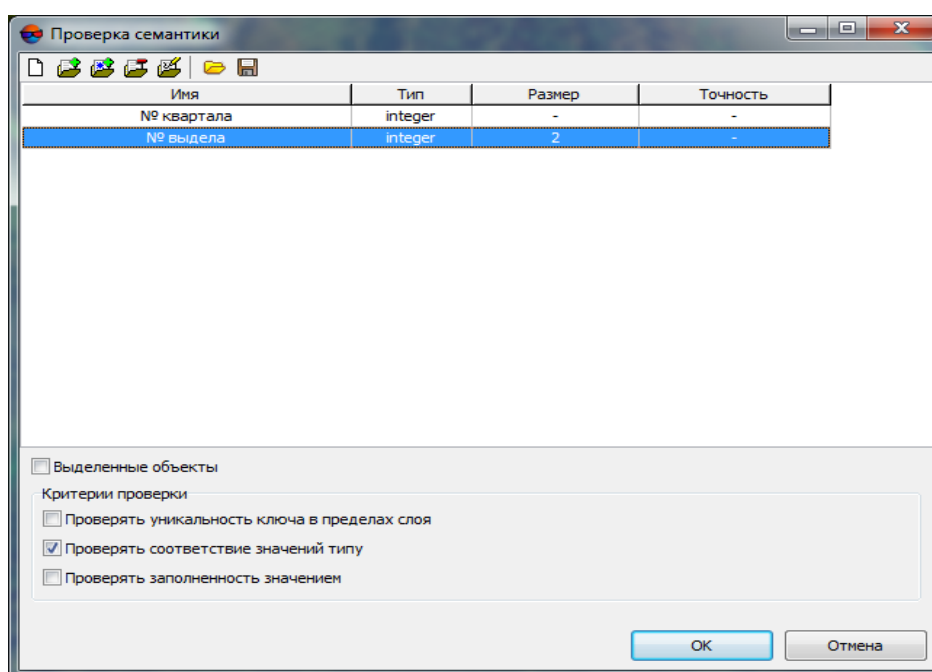


Выполняется поиск в пределах одного лесоустроительного квартала объектов с одинаковыми номерами выделов. После проверки появляется окно с ошибками. При выделении строки с ошибкой в слое выделяется соответствующий объект, маркер перемещается на нужную стереопару. Исправление ошибок выполняется вручную, при помощи окна «Атрибуты».

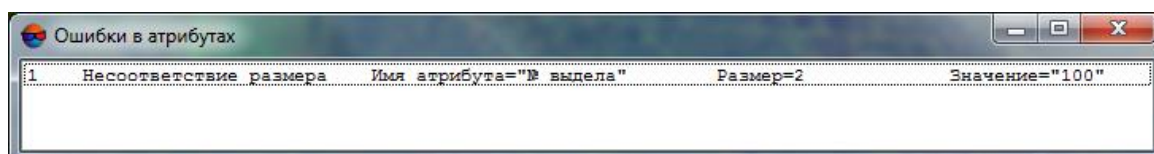


Проверка соответствия значений типу

Перед проверкой выделить атрибут и при помощи клавиши  войти в окно *Редактирование выделенных атрибутов* и задать необходимый размер.

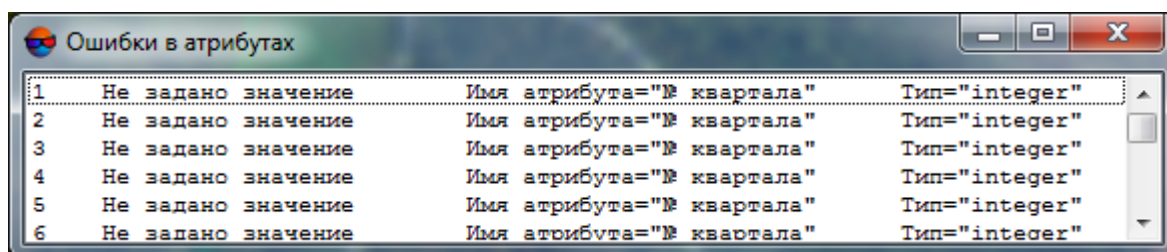
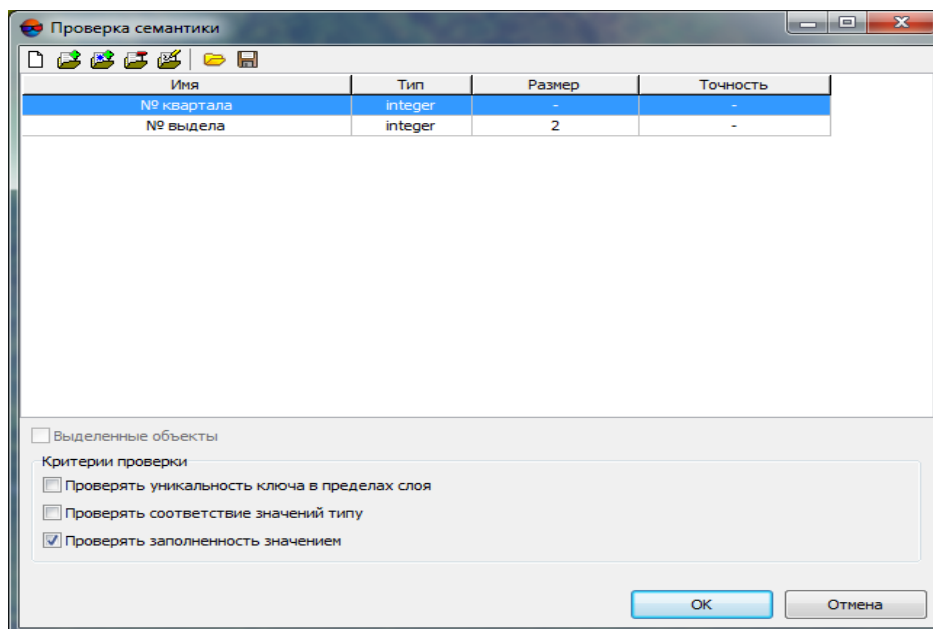


Под размером подразумевается число цифр в атрибуте, поэтому на рисунке ошибочными считаются номера тех выделов, которые состоят из 3 и более цифр.



Проверка заполненности значением


Для заданных атрибутов каждого объекта слоя проверяется наличие значения атрибута, отличного от значения по умолчанию. Значения по умолчанию следующие: пустая строка для атрибута типа «text», и значение 0 для «float», «integer». Если же атрибут относится к обязательным, то дополнительно выполняется проверка на его значение по умолчанию




Проверку возможно выполнять сразу по всем критериям. Две правые кнопки на панели проверки семантики позволяют сохранять и загружать шаблоны атрибутов со всеми заранее выставленными параметрами проверки.

6.4. Вывод надписей для векторных объектов

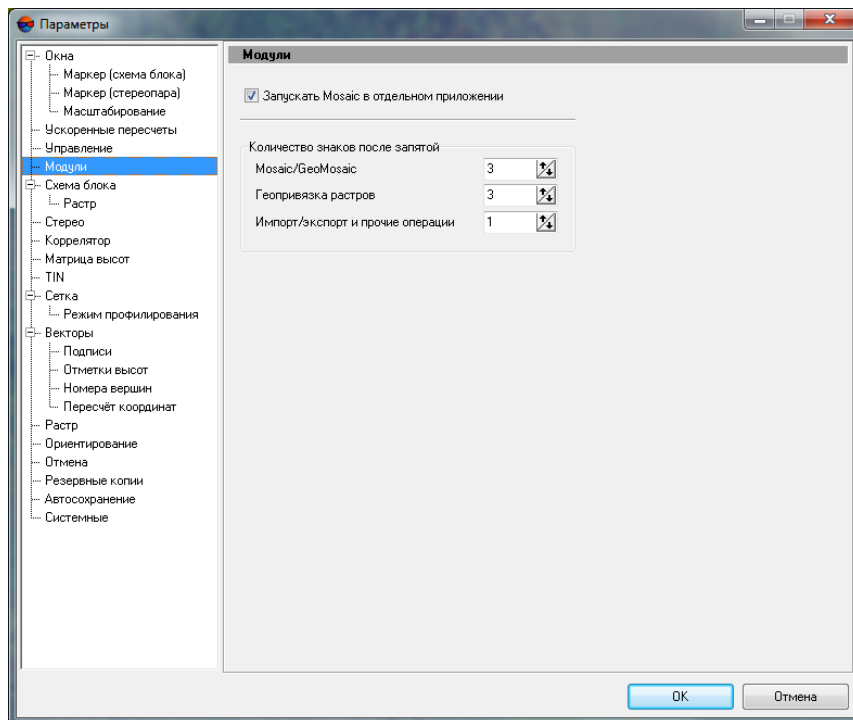
1) В программе Photomod

На панели *Векторы* открыть окно классификатора . Нажать клавишу *Label*. Установить источник данных – *Значение атрибута*. В ниспадающем списке выбрать атрибут, по которому будут задаваться надписи (например, № выдела). Присвоить имя атрибута заметки.

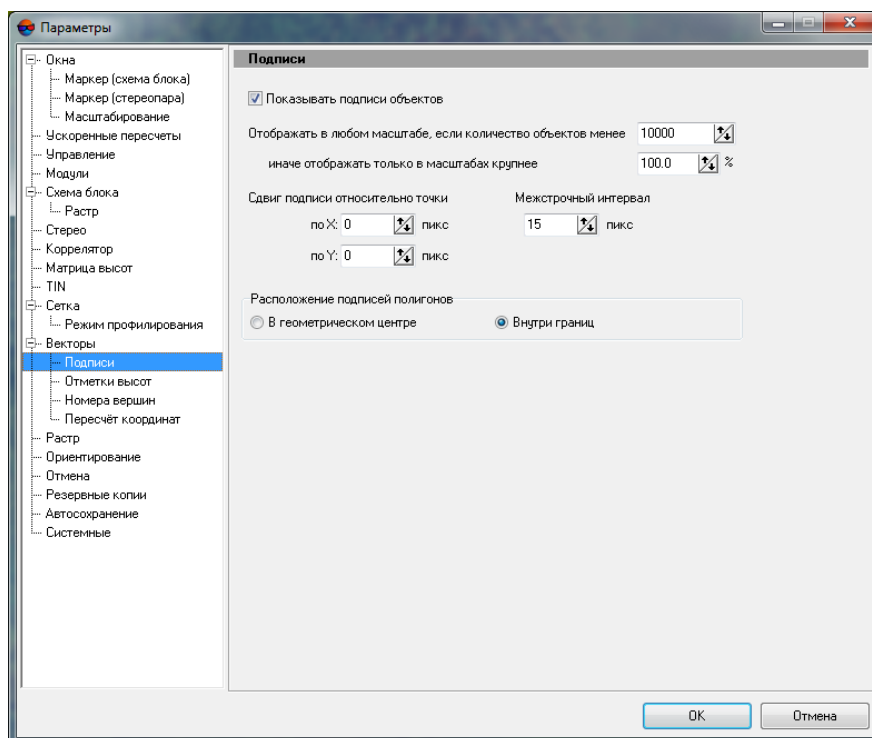
2) В программе Photomod StereoMeasure

Настройки параметров вывода надписей (атрибутов полигонов) на экран выполняются в меню *Параметры* (кнопка  *Параметры* панели 2D-окна).




Изменение количества знаков после запятой (для вывода на экран атрибута «Площадь») регулируется во вкладке *Модули*. Необходимое количество знаков (рекомендуется один) ввести напротив надписи *Импорт/экспорт и прочие операции*.

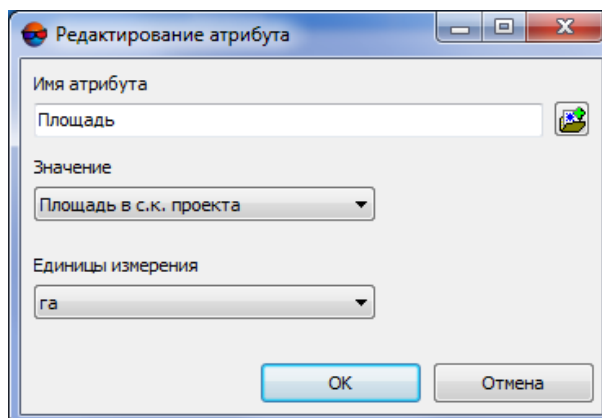



Для фиксации расставляемых надписей внутри границ полигонов необходимо во вкладке *Векторы/Подписи* задать нулевые значения в пункте *Сдвиг подписи относительно точки* и указать в пункте *Расположение подписей полигонов* вариант *Внутри границ*.




Для автоматического заполнения атрибута «Площадь» выполнить настройки:

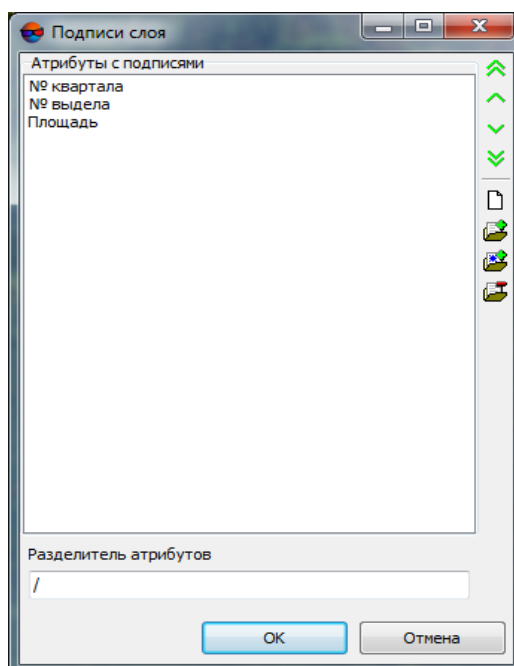
- на панели инструментов *Векторы* нажать кнопку *Автозаполняемые атрибуты слоя* ,
- в открывшемся окне нажать клавишу ,
- в окне *Редактирование атрибута* при помощи клавиши  добавить атрибут «Площадь», выбрать единицы измерения (гектары, га) и нажать *Ок*,



- на панели инструментов *Векторы* нажать кнопку *Автоматическое заполнение атрибутов*  (данная команда также выполняется при изменении границ полигона, его разделении или объединении с соседними).

Вывод надписей на экран:

- выполнить команду *Векторы/Атрибуты/Атрибуты подписей*,
- в окне *Подписи слоя* добавить необходимые атрибуты для отображения (при выборе атрибутов использовать кнопку ) ,
- задать разделитель атрибутов (для разделителей поддерживаются специальные символы XML в сочетании "&#DD;" или "&#xHH;" , где DD – десятичный код символа, HH – шестнадцатеричный код символа. Например, «
» - разделитель переноса каждого атрибута на отдельную строку. Традиционные разделители: «пробел», -, _, / и пр.).

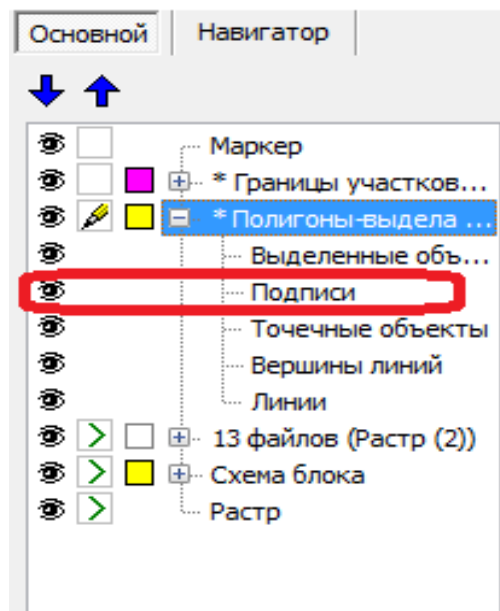


Рекомендуется выводить на экран только атрибут «№ выдела».

В процессе ввода атрибутивной информации надписи внутри полигонов на экране будут отображаться автоматически.

Для того, чтобы убрать или снова отобразить надписи на экране, необходимо:

- открыть окно *Параметры*, зайти во вкладку *Векторы / Подписи* и поставить галочку напротив надписи *Показывать подписи объектов*.



7. Изучение и анализ признаков дешифрирования

7.1. Классификация признаков дешифрирования

При контурном и таксационном (аналитическом и измерительном) дешифрировании для определения качественных показателей лесных насаждений (состава, средней высоты яруса и элементов леса, возраста и среднего диаметра элементов леса, полноты, классов бонитета, группы типов леса и т.д.), категорий не покрытых лесной растительностью, лесных и нелесных земель используются следующие признаки дешифрирования:

- фотометрические, т.е. цвета на цветных спектральных изображениях, отражающие различия в спектральной яркости лесных объектов;
- морфологические (структурные), отражающие морфологию объектов дешифрирования, т.е. формы, размеры крон, промежутков между ними, структуру полога насаждений, а также геометрические и структурные признаки не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных категорий земель;
- ландшафтные, отражающие закономерности распространения элементов ландшафта, в первую очередь типов условий местопроизрастания и преобладающих пород, в зависимости от геоморфологической структуры ландшафта.

Лесное дешифрирование является комплексным процессом дистанционного распознавания объектов. В составе признаков дешифрирования для определения ряда показателей лесных насаждений и других категорий земель используются измерительные методы, закономерности строения лесных насаждений, биологические свойства дешифрируемых древесных пород. Ниже приводится перечень дешифрируемых объектов, способы и методы их определения.

Перечень таксационных показателей, используемых классов признаков, способов определения таксационных показателей и методов их дешифрирования

№№ п/п	Таксационные показатели	Класс признаков дешифрирования и способы определения таксационных показателей	Методы определения таксационных показателей при таксационном стереодешифрировании
1	Категория земель	Фотометрические и морфологические	Аналитическое дешифрирование
2	Преобладающая порода	Фотометрические, морфологические и ландшафтные	Аналитическое и измерительное дешифрирование
3	Состав насаждений	Фотометрические, морфологические и ландшафтные	Аналитическое и измерительное дешифрирование

№№ п/п	Таксационные показатели	Класс признаков дешифрирования и способы определения таксационных показателей	Методы определения таксационных показателей при таксационном стереодешифрировании
4	Возраст (класс или группа)	Морфологические и фотометрические	Аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей
5	Тип леса (тип лесорастительных условий)	Ландшафтные, фотометрические и морфологические	Аналитическое дешифрирование
6	Класс бонитета	Ландшафтные, морфологические, взаимосвязи с другими показателями	Аналитическое и измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей
7	Средняя высота (яруса, элемента леса)	Измерительные методы, глазомерная оценка, взаимосвязи с другими показателями	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей
8	Средний диаметр элементов леса	Взаимосвязи с другими показателями	Измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей
9	Сомкнутость полога	Измерительные методы, глазомерная оценка	Измерительное и аналитическое дешифрирование
10	Диаметр проекции крон	Измерительные методы, глазомерная оценка	Измерительное и аналитическое дешифрирование
11	Количество проекций крон	Измерительные методы	Измерительное дешифрирование
12	Относительная полнота	Взаимосвязи с сомкнутостью, глазомерная оценка	Измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей, аналитическое дешифрирование
13	Запас на 1 га	Взаимосвязи с другими показателями	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей, справочные таблицы

На основе фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков определяются следующие основные таксационные показатели выдела: категория земель, преобладающая порода, состав насаждений, возраст (класс или группа), тип лесорастительных условий. Значение вышеперечисленных признаков дешифрирования для конечного результата является главным и поэтому их изучение (анализ), правильный подбор и порядок использования определяет эффективность их применения и качество дешифрирования в целом.

Анализ фотометрических и морфологических признаков дешифрирования производится в наземных и камеральных условиях на таксационно-дешифровочных пробных площадях и выделах с выборочной измерительно-перечислительной таксацией, точно опознанных и нанесенных на аэрокосмические снимки. Основной задачей наземного анализа является формирование признаков дешифрирования, обеспечивающих определение по выделным таксационным характеристикам лесов с нормативной точностью. Для анализа отбирается по 2-6 пробных площадей или выделов с выборочной измерительно-перечислительной таксацией каждой преобладающей породы, характеризующих основные группы возраста, представленные в объекте работ. Планирование количества и размещения пробных площадей и выделов с выборочной измерительно-перечислительной таксацией в объекте работ (обучающей выборки) выполняется на основе анализа таблиц встречаемости типичных (модальных) лесных насаждений объекта работ. Порядок работ по организации обучающей выборки отражен в Книге 2, формы таблиц встречаемости лесных насаждений для организации обучающей выборки – в Книге 2 Приложение 1. Результаты наземного анализа признаков дешифрирования представляются в установленной форме (Книга 2 Приложение 2).

7.2. Камеральный анализ признаков дешифрирования

При камеральном анализе признаков дешифрирования на каждой пробной площади отбирается случайным или систематическим способом по 20-30 крон деревьев и промежутков между ними. Обязательным условием при этом является безошибочное знание породы и класса возраста анализируемого дерева. С этой целью для лучшего усвоения исполнителями-дешифровщиками характерных признаков дешифрирования камеральный анализ обычно начинается с чистопородных лесных насаждений. Используя Единую шкалу цветов (Книга 2 Приложение 3) и кодовую таблицу признаков дешифрирования (Книга 2 Приложение 4), для каждого дерева оцениваются при стереоскопическом анализе следующие признаки: цвет, форма и размер проекции крон, форма собственной и падающей тени, выпуклость кроны, форма и размер промежутка между кронами, просматриваемость полога в глубину. Камеральный (интерактивный) стереоскопический анализ признаков дешифрирования выполняется по форме, представленной в Приложении 5 Книги 2.

Анализ указанных признаков выполняют все таксаторы, которые в последующем будут выполнять лесное дешифрирование территории объекта работ. Статистическая обработка результатов анализа признаков дешифрирования заключается в следующем:

- 1) Признаки дешифрирования группируются по породам (элементам леса) и классам возраста. Не исключается возможность группировки признаков дешифрирования и по другим таксационным показателям (классам бонитета и т.п.). Внутри этих групп сводятся данные встречаемости каждого признака и определяются вероятности их встречаемости (в долях единицы или в %).
- 2) Определяется достоверность распознавания двух породили элементов леса (Q) при использовании одного признака по формуле:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n [P_i^I - P_i^{II}]}{\sum_{i=1}^n P_{i_{max}}}$$

где: P_i – вероятность признака породы I и породы II;

i – код признака;

$P_{i_{max}}$ - максимальная (из двух) вероятность для каждого признака.

- 3) На основании определения Q по каждому признаку выделяется группа наиболее информативных признаков и рассчитываются значения достоверности дешифрирования при использовании двух и более признаков по формулам:

$$Q_{1,2} = Q_1 + (1 - Q_1) \times Q_2;$$

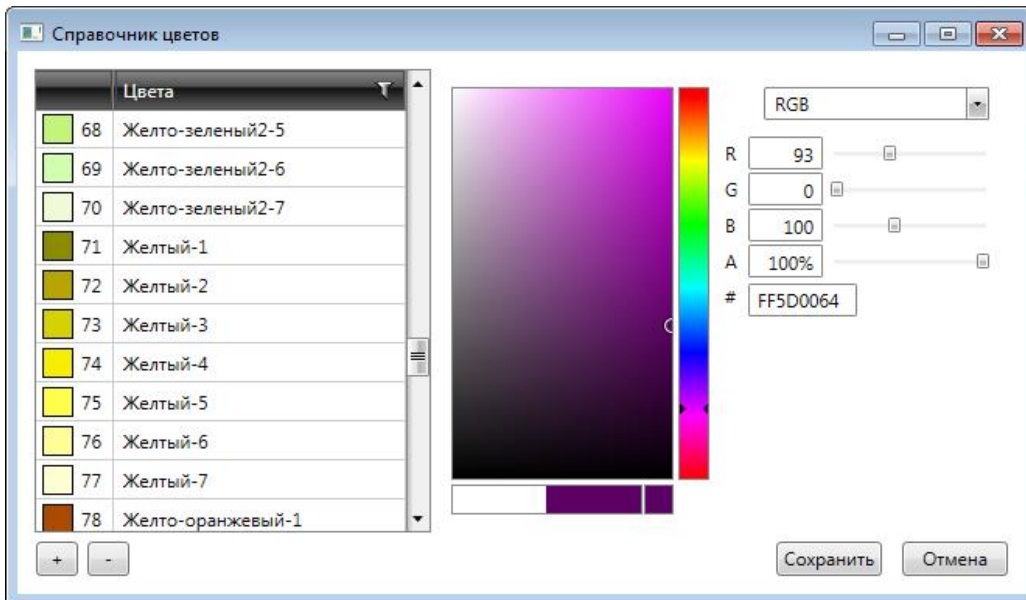
$$Q_{1,2,3} = Q_{1,2} + (1 - Q_{1,2}) \times Q_3.$$

Камеральный анализ признаков дешифрирования с определением достоверности распознавания пород выполняется на АРМ таксатора-дешифровщика с использованием специализированных программ ForestDecrypt и Photomod StereoMeasure.

До начала работ по камеральному анализу признаков дешифрирования в программе ForestDecrypt необходимо выполнить проверку соответствия используемых таблиц признаков (справочных таблиц) особенностям изучаемого объекта. При необходимости таблицы признаков могут быть изменены и дополнены.

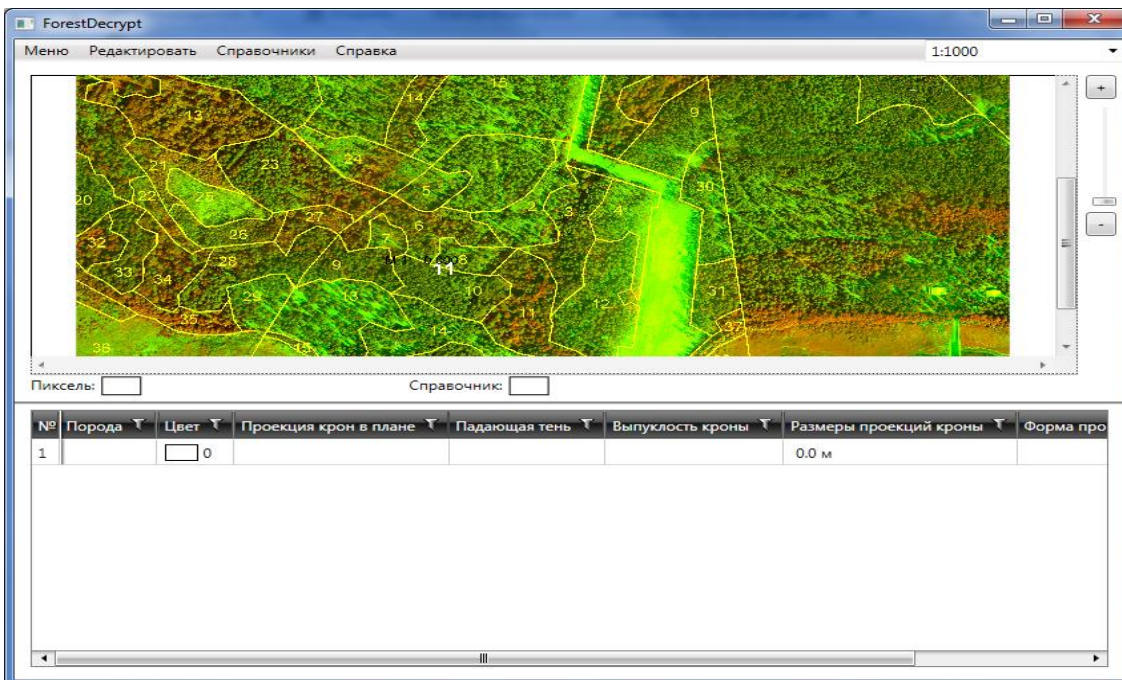
Параметры отдельных признаков дешифрирования регулируются при помощи Справочников *Справочники/Справочники признаков*.

При необходимости в справочник цветов добавляется новый шаблон цвета с необходимой цветовой насыщенностью.



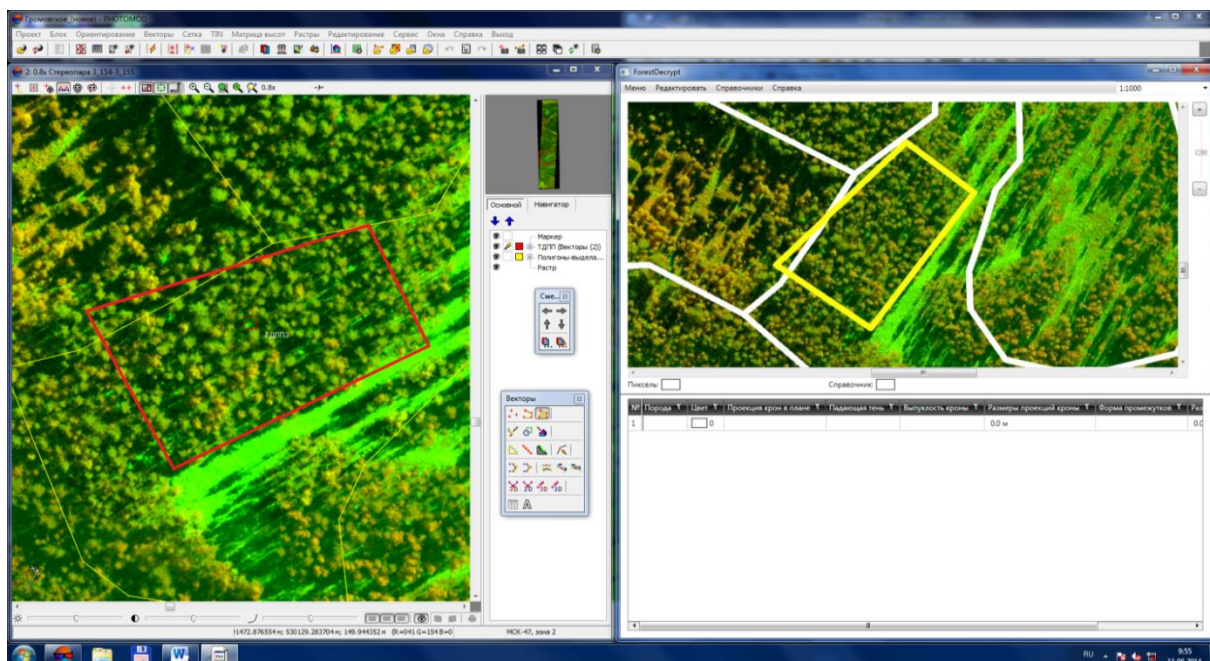
Порядок работ по камеральному анализу признаков дешифрирования на АРМ таксатора-дешифровщика:

- запустить программы ForestDecrypt и Photomod Stereomeasure;
- в программу ForestDecrypt загрузить анализируемое изображение (фрагмент ортофотоплана с нанесёнными на него границами ТДПП и ВПП), используя команду *Меню/Открыть изображение*;
- в программе Photomod открыть проект с материалами стереосъемки, выбрать нужную стереопару;
- выполнить анализ признаков в программе ForestDecrypt (анализ признаков совокупности отдельных деревьев на пробных площадях; составление таблиц признаков



дешифрирования).

Для удобства выполнения камерального анализа признаков дешифрирования рекомендуется расположить слева на экране монитора 2D окно на выбранную стереопару в Photomod StereoMeasure, справа – окно программы ForestDecrypt (изображения в программе Photomod StereoMeasure могут быть немного развёрнуты, из-за особенностей их стереосмотра).



Для выполнения анализа признаков дешифрирования отдельного дерева необходимо выбрать на изображении, открытом в программе ForestDecrypt, чётко просматриваемую горизонтальную проекцию кроны дерева в границах пробной площади (выдела) и аналитико-измерительным способом определить значения по каждому дешифровочному признаку. Количество измеряемых деревьев в границах исследуемого участка должно составлять 20-25 штук. Процентное соотношение измеряемых деревьев по породам зависит от доли участия конкретной древесной породы в насаждении (выделе, пробной площади).

Ниже приводятся рекомендации по заполнению полей электронной таблицы при изучении дешифровочных признаков. В результате анализа признаков дешифрирования отдельных деревьев в программе ForestDecrypt формируется электронная таблица, в строках которой – значения признаков для отдельных деревьев, в столбцах – наименования признаков. Возможно изменение количества признаков и их значений в справочниках.

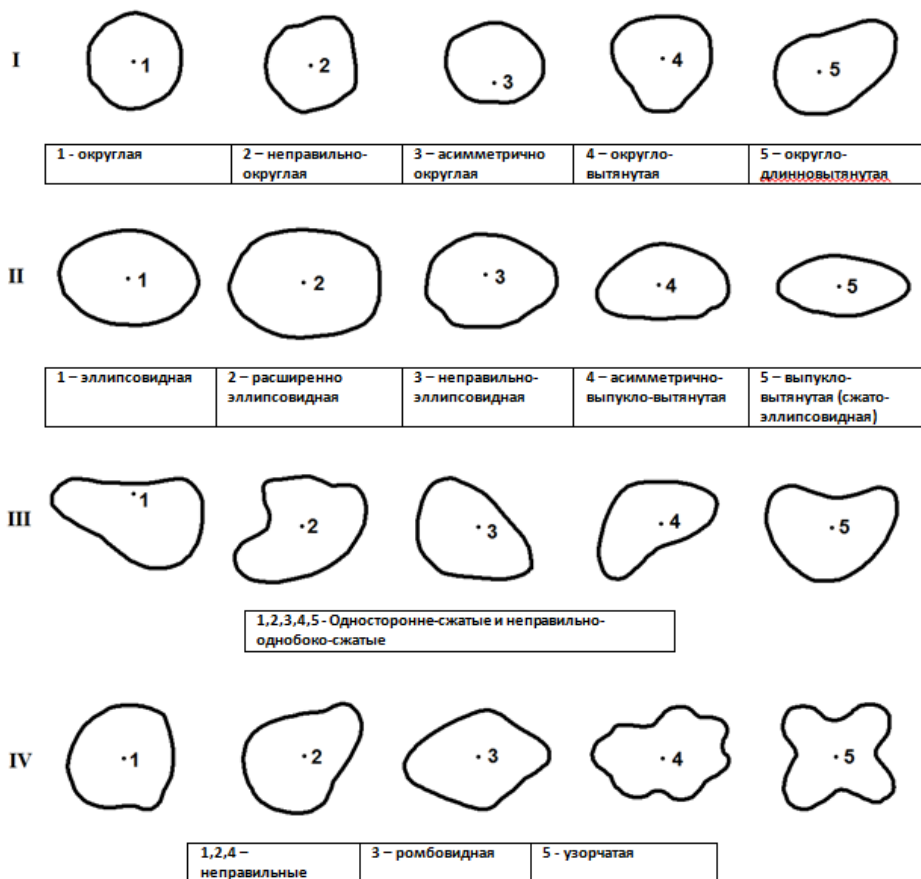
№	Порода	Цвет	Проекция кроны в плане	Падающая тень	Выпуклость кроны	Размеры проекций кроны	Форма про...
10	Сосна	71	3. Эллипсовидная	5. Не заметна	2. Ясно выражена	4.0 м	2. Неправ...
11	Сосна	57	2. Неправильно-округлая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	4.3 м	6. Узорчат...
12	Сосна	57	6. Узорчатая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	5.6 м	6. Узорчат...
13	Сосна	57	1. Округлая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	2.7 м	2. Неправ...
14	Сосна	57	1. Округлая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	2.4 м	4. Однобо...
15	Береза	114	2. Неправильно-округлая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	8.0 м	6. Узорчат...
16	Береза	113	6. Узорчатая	5. Не заметна	2. Ясно выражена	5.1 м	6. Узорчат...
17	Сосна	57	1. Округлая	5. Не заметна	1. Остроконечная	1.4 м	3. Эллипсс...
18	Сосна	57	3. Эллипсовидная	5. Не заметна	2. Ясно выражена	2.5 м	4. Однобо...

Порода. Выбирается из ниспадающего списка.

Цвет. Определяется дешифровщиком визуально аналитическим путем, или автоматически. При автоматическом определении необходимо навести курсор мыши на освещенную часть кроны дерева, и произвести щелчок левой клавишей (аналогично с признаком цвет промежутков). Программа сравнит цвет пикселя в положении курсора со справочником цветов, сформированным ранее, и выберет наиболее близкую к нему градацию цвета.

Проекция крон в плане. Определяется аналитическим путём при помощи классификации проф. Г.Г. Самойловича горизонтальных проекций крон деревьев в плане.

Классификация форм проекций крон в плане



Значения следующих признаков дешифрирования регистрируются на основании соответствующих справочников.

Падающая тень. Тень от дерева, которая падает на землю и достаточно чётно описывает форму кроны отдельного дерева. Заметна только в низкополотных насаждениях или на границе выдела с открытым пространством.

Выпуклость кроны. Определяется аналитическим путём при стереоскопическом просмотре (в программе Photomod StereoMeasure).

Размер проекции кроны. Зажимая правую клавишу мыши, измеряется протяжённость горизонтальной проекции кроны с севера на юг и с запада на восток, рассчитывается среднее значение и фиксируется в таблице (измерения диаметра кроны дерева выполняются как в программе ForestDecrypt, так и в программе Photomod StereoMeasure в стереорежиме).

Форма промежутков. Характерная форма промежутков между кронами соседних деревьев около изучаемого дерева определяется аналитическим путём.

Размер промежутков. Промежутки между соседними деревьями определяются аналогично размерам проекции крон – по нескольким измерениям определяется среднее значение и фиксируется в таблице.

Просматриваемость в глубину. Определяется аналитическим путём при стереоскопическом просмотре. Анализируется стереоскопическая глубина просматриваемости полого

лесного насаждения в районе расположения анализируемого дерева. Просматриваемость считается хорошей, когда промежутки между соседними деревьями большие и поверхность земли хорошо видна. Просматриваемость средняя – некоторые кроны соседних деревьев смыкаются, но есть места, где просматривается земля. Полог плотный – большинство кроны соседних деревьев смыкаются, промежутки между ними практически отсутствуют, земля не просматривается.

Цвет промежутков. Процесс аналогичен определению цвета кроны дерева.

Собственная тень. Собственная тень – тень, расположенная на кроне измеряемого дерева. Определяется аналитическим путём.

После заполнения признаков дешифрирования для выбранной совокупности отдельных деревьев (пробной площади) необходимо сохранить таблицу с полученными результатами используя команду *Меню/Сохранить*. Электронная таблица сохраняется в формате Microsoft Excel.

Для формирования итоговой таблицы признаков дешифрирования и пошагового процесса распознавания древесных пород по материалам дистанционных съемок для изучаемого объекта необходимо совместить и сохранить данные измерений по всем пробным площадям (выделам) в программе Microsoft Excel, затем открыть общий файл в программе ForestDecrypt и выполнить команду *Меню/Вычислить*.

Преобладающая порода или категория земель	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность
1 Береза	<p>Цвет: рыжий (114) - P = 0.70, Бурый (113) - P = 0.22, Желтый-2 (72) - P = 0.09.</p> <p>Проекция кроны в плане: Неправильно-округлая - P = 0.78, Округлая - P = 0.09, Эллипсовидная - P = 0.09.</p> <p>Падающая тень: Не заметна - P = 0.96.</p> <p>Выпуклость кроны: Ясно выражена - P = 0.74, Крона плоская - P = 0.13, Слабо заметна - P = 0.13.</p> <p>Размеры проекций кроны: 3,5-4,5 м - P = 0.30, 1,5-2,5 м - P = 0.22, 2,5-3,5 м - P = 0.22, 4,5-5,5 м - P = 0.17.</p> <p>Форма промежутков: Узорчатая - P = 0.43, Неправильно округлая - P = 0.26, Однобоко-вытянутая - P = 0.17, Эллипсовидная - P = 0.09.</p> <p>Размер промежутков: 1,5-2,5 м - P = 0.52, 2,5-3,5 м - P = 0.30, 0-1,5 м - P = 0.13.</p> <p>Просматриваемость в глубину: Просматривается хорошо - P = 0.61, Просматриваемость средняя - P = 0.22, Полог плотный - P = 0.17.</p> <p>Цвет промежутков: Зеленый-1 (50) - P = 0.52, Желто-зеленый-1 (57) - P = 0.43.</p> <p>Собственная тень: Не заметна - P = 0.35, Овальная - P = 0.35, Не выражена - P = 0.13, Треугольная - P = 0.09.</p>	<p>Отличается от:</p> <p>Сосна: Цвет - Q = 0.96, Проекция кроны в плане - Q = 0.99, Форма промежутков - Q = 0.99, 0.99.</p> <p>Ель: Цвет - Q = 0.90, Выпуклость кроны - Q = 0.99, Проекция кроны в плане - Q = 1.00.</p> <p>Ольха черная: Проекция кроны в плане - Q = 1.00.</p>
2 Сосна	<p>Цвет: Желто-зеленый-1 (57) - P = 0.67, Желтый-1 (71) - P = 0.17.</p> <p>Проекция кроны в плане: Округлая - P = 0.42, Неправильно-округлая - P = 0.25, Узорчатая - P = 0.17, Угловатая - P = 0.08, Эллипсовидная - P = 0.08.</p> <p>Падающая тень: Не заметна - P = 0.96.</p> <p>Выпуклость кроны: Ясно выражена - P = 0.63, Остроконечная - P = 0.33.</p> <p>Размеры проекций кроны: 3,5-4,5 м - P = 0.46, 1,5-2,5 м - P = 0.29, 2,5-3,5 м - P = 0.17.</p> <p>Форма промежутков: Неправильно округлая - P = 0.54, Эллипсовидная - P = 0.21, Узорчатая - P = 0.17, Однобоко-вытянутая - P = 0.08.</p> <p>Размер промежутков: 1,5-2,5 м - P = 0.38, 0-1,5 м - P = 0.33, 2,5-3,5 м - P = 0.21.</p> <p>Просматриваемость в глубину: Просматривается хорошо - P = 0.50, Просматриваемость средняя - P = 0.50.</p> <p>Цвет промежутков: Зеленый-1 (50) - P = 0.79, Желто-зеленый-1 (57) - P = 0.17.</p> <p>Собственная тень: Овальная - P = 0.46, Не выражена - P = 0.25, Не заметна - P = 0.21, Треугольная - P = 0.08.</p>	<p>Отличается от:</p> <p>Береза: Цвет - Q = 0.96, Проекция кроны в плане - Q = 0.99, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p>Ель: Цвет - Q = 0.80, Просматриваемость в глубину - Q = 0.93, Выпуклость кроны - Q = 0.97, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p>Ольха черная: Проекция кроны в плане - Q = 1.00.</p>
3 Ель	<p>Цвет: зеленый (115) - P = 0.52, Желтый-1 (71) - P = 0.22, рыжий (114) - P = 0.09.</p> <p>Проекция кроны в плане: Узорчатая - P = 0.39, Округлая - P = 0.22, Неправильно-округлая - P = 0.22, Угловатая - P = 0.09.</p> <p>Падающая тень: Не заметна - P = 0.96.</p> <p>Выпуклость кроны: Остроконечная - P = 0.74, Ясно выражена - P = 0.17, Слабо заметна - P = 0.09.</p> <p>Размеры проекций кроны: 4,5-5,5 м - P = 0.35, 3,5-4,5 м - P = 0.35, 2,5-3,5 м - P = 0.17, 5,5-6,5 м - P = 0.17.</p>	<p>Отличается от:</p> <p>Береза: Цвет - Q = 0.90, Выпуклость кроны - Q = 0.99, Проекция кроны в плане - Q = 1.00.</p> <p>Сосна: Цвет - Q = 0.80, Просматриваемость в глубину - Q = 0.93, Выпуклость кроны - Q = 0.97, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p>Ольха черная: Выпуклость кроны - Q = 1.00.</p>

Результаты камерального анализа признаков дешифрирования, полученные всеми таксаторами, группируют по преобладающим породам и группам возраста с возможной дополнительной группировкой по другим таксационным показателям. На основании рядов распределения признаков и анализа их информативности составляются сводные таблицы признаков с определением достоверности дешифрирования (по форме Приложения 6 Книги 2). Сводные таблицы предназначены для того, чтобы исполнители в процессе распознавания древесных пород при дешифрировании акцентировали внимание на оценке наиболее информативных признаков дешифрирования в ранжированной последовательности.

7.3. Изучение ландшафтных признаков дешифрирования

7.3.1. Порядок изучения ландшафтных признаков дешифрирования

Ландшафтный подход к изучению природных ресурсов рассматривает географическую оболочку Земли, как систему природно-территориальных комплексов (ПТК) различного ранга сложности, генетически и динамически сопряженных друг с другом, обладающих объективно существующими в природе рубежами и относительно однородной морфологической структурой.

Ландшафтные признаки в процессе выделительного лесотаксационного дешифрирования понимаются, как правило, в узком (прикладном) смысле - как способ использования некоторой информации о земной поверхности и природных явлениях, получаемой при ландшафтных методах изучения природных ресурсов и полезной при лесотаксационном дешифрировании аэро- космических снимков.

К ландшафтным признакам дешифрирования относятся признаки, характеризующие территориальную приуроченность насаждений к тем или иным элементам природнотерриториальных комплексов. Наиболее важное значение ландшафтные признаки приобретают при дешифрировании мелкомасштабных аэрокосмических изображений, поскольку характерной особенностью последних являются высокий уровень генерализации изображения и широкая обзорность местности, позволяющие достоверно выделять ландшафты и более мелкие природно-территориальные комплексы.

Изучение ландшафтных признаков дешифрирования выполняется в три этапа: подготовительный, полевой и камеральный. В ходе подготовительного этапа собираются плано-картографические, литературные и таксационные материалы по каждому ландшафту отдельно. Проводится предварительное районирование объекта работ. Выделяются ландшафты и более мелкие природно-территориальные комплексы. Составляются предварительная схема типов леса и таблицы ландшафтных признаков дешифрирования. Проектируются маршрутные ходовые линии полевых ландшафтно-типологических исследований.

В процессе полевого этапа по запроектированным ходовым линиям проводятся ландшафтно-типологические исследования с описанием основных характерных особенностей форм и элементов рельефа, гидрографической сети, экспозиций склонов и их крутизны, высоты над уровнем моря.

В условиях равнинной местности важное значение при изучении ландшафтных признаков дешифрирования имеет всесторонний анализ распространения (положения) типов лесорастительных условий в общей системе водосборной площади. Наиболее эффективно такая задача решается путем оценки по материалам аэро- и космических съемок рисунка и густоты гидрографической сети, как важнейших индикаторов почвенно-грунтовых (лесорастительных) условий. Достаточно исчерпывающее представление о густоте и рисунках гидрографической сети дают существующие классификации Парвиса, Уея, Хортон.

В камеральный период по материалам ландшафтно-типологических исследований для каждого ландшафта отдельно составляются схемы типов леса и таблицы ландшафтных признаков дешифрирования.

В результате изучения ландшафтных признаков дешифрирования по каждому ландшафту составляется окончательная таблица ландшафтных признаков дешифрирования, в которой отражаются следующие закономерности:

- встречаемость типов лесорастительных условий по элементам рельефа в разрезе классов бонитета;
- встречаемость лесообразующих пород и их распределения по элементам рельефа;
- приуроченность типов лесорастительных условий к различным частям склонов разной экспозиции и крутизны (по лесообразующим породам);
- встречаемость лесообразующих пород по грациям высот над уровнем моря в разрезе типов лесорастительных условий.

Форма таблицы ландшафтных признаков дешифрирования

№№ п.п.	Тип лесорастительных условий	Встречаемость, %	Лесообразующие породы		Высота над уровнем моря		Положение в рельефе		Экспозиция склона		Крутизна склона, градусы		Класс бонитета		Примечания
			Порода	Встречаемость, %	частая	редкая	частая	редкая	частая	редкая	частая	редкая	частая	редкая	

На основании данных этой таблицы вносятся соответствующие поправки в предварительную схему типов леса и материалы, полученные в подготовительный период. Ландшафтные признаки дешифрирования дают наглядное представление о ландшафте в целом, и используются для получения таксационной характеристики лесных насаждений непосредственно по аэро- и космическим снимкам.

При дешифрировании космических снимков ландшафтные признаки используются совместно с морфологическими и довольно часто имеют первостепенное значение для получения достоверной таксационной, особенно генерализованной, характеристики лесных насаждений.

7.3.2. Ландшафтные признаки дешифрирования

При лесотаксационном дешифрировании на основе анализа различных элементов ландшафта изыскивается дополнительная информация, вытекающая из свойств и характеристик ПТК для установления границ (контуров) таксационных выделов и определения ряда таксационных показателей.

При повыведельной таксации лесов дешифровочным способом по материалам ДЗЗ пространственного разрешения порядка 0,3–0,6 м привлечение ландшафтных признаков является вспомогательным средством получения детальной таксационной характеристики выдела (определения преобладающей породы, состава, типа лесорастительных условий, класса бонитета). В таких случаях анализируется приуроченность типов лесорастительных условий, классов бонитета, преобладающих и составляющих пород к различным формам и элементам рельефа и гидрографии, высоте над уровнем моря, крутизне и экспозиции склонов. Необходимая информация для этих целей может быть получена на основе имеющихся данных наземной таксации леса или путем совместного анализа топографических карт, планов лесонасаждений и таксационных описаний последнего лесоустройства.

Ландшафтные признаки дешифрирования используются при контурном и аналитическом дешифрировании – в процессе анализа полога насаждений в стереорежиме. При этом крупные генерализованные выделы, имеющие хорошо различимые естественные границы, анализируют с использованием фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования, на основании чего проводят границы между выделами (п.8.1.1.). Использование ландшафтных признаков повышает достоверность определения классов бонитета и типов лесорастительных условий и, как следствие, связанных с ними других таксационных показателей.

8. Дешифрирование аэрокосмических изображений

При подготовке аэрокосмических снимков к лесному стереоскопическому дешифрированию на АРМ таксатора-дешифровщика выполняются следующие операции: формирование проекта в программе Photomod, загрузка и первичная обработка материалов ДЗЗ (при необходимости могут выполняться операции назначения проекции, радиометрической коррекции, ориентирования стереопар в маршрутах, уравнивания снимков).

8.1. Контурное стереоскопическое дешифрирование

8.1.1. Порядок работ при контурном дешифрировании

Контурное дешифрирование - установление границ выделов – всегда выполняется в стереорежиме. Следует иметь в виду, что контурное дешифрирование неотделимо от таксационного, поскольку, чтобы правильно установить границы выделов, исполнитель должен предварительно оценить таксационную характеристику каждого из них (сначала в приближенном виде). Критериями разграничения выделов служат установленные лесоустроительной инструкцией пороги различий в составе, высоте, форме и размерах крон, сомкнутости полога, условиях местопроизрастания и др. особенностях дешифрируемых насаждений. Эти особенности насаждений при дешифрировании изначально анализируются и оцениваются глазомерно (при контурном дешифрировании) и служат основанием для проведения границ выделов. Анализ стереоизображений при контурном дешифрировании рекомендуется выполнять в масштабе издаваемых лесных карт (лесоустроительных планшетов). Этот важный момент контурного дешифрирования позволяет исполнителю-дешифровщику не допускать необоснованное дробление лесотаксационных выделов. Затем, уже на стадии аналитического и измерительного дешифрирования, перечисленные различия детализируются при анализе увеличенного стереоизображения и фиксируются при записи таксационных характеристик выделов в карточках таксации.

Классическая последовательность действий (этапы) при контурном дешифрировании:

- общий обзор местности;
- выделение топографических объектов;
- выделение генерализованных таксационных выделов;
- детализация таксационных выделов.

В первую очередь *анализируется стереомодель всего выбранного квартала с целью изучения характера рельефа, гидрографии, их строения, геоморфологических особенностей*. Определяется общий уклон местности, направление водотоков, линий водоразделов. Выясняется общий характер лесных площадей, представленность различных категорий, разнообразие лесонасаждений.

Оценив представленность различных категорий площадей в квартале, производят *дешифрирование топографических объектов*. Наносятся плохо заметные дороги, ручьи. Выделяются нелесные площади: сенокосы, пашни, болота, усадьбы. Отграничиваются непокрытые лесной растительностью лесные площади: прогалины, пустыри, вырубки, гари. Могут выделяться и другие категории лесных площадей, имеющие четко видимые границы, например, лесные культуры, молодняки среди спелого леса и т.д. Выделение всех категорий площадей происходит с необходимой детализацией, в зависимости от разряда таксации (и, соответственно, от средней, минимальной и максимальной площади лесотаксационного выдела).

Третий этап контурного дешифрирования заключается в *разделении квартала на крупные лесные участки – генерализованные выделы*, как правило, объединяющие несколько таксационных выделов с близкими таксационными характеристиками. Границы генерализованных выделов, как отмечено выше, определяются по изображениям уменьшенного масштаба с привлечением схем типов леса и ландшафтных признаков дешифрирования, выражающих закономерности распространения типов леса и условий мест произрастания от геоморфологической структуры ландшафта. Границы таких выделов чаще всего проходят по естественным рубежам, водоразделам, тальвегам, резко выраженным изгибам рельефа и, с высокой достоверностью опознаются на аэрокосмоснимках при их стереоскопическом рассмотрении. Основанием для разграничения выделов могут служить и явно видимые на снимках признаки хозяйственной деятельности или стихийных воздействий, вызывающие явные изменения лесотаксационных характеристик.

После выделения крупных (генерализованных) выделов, имеющих объективные естественные границы, наступает последний этап контурного дешифрирования – *детализация* таксационных выделов. Детализация лесотаксационных выделов подразумевает деление


генерализированных выделов на максимально однородные в таксационном отношении участки, по площади соответствующие требованиям лесоустроительной инструкции. При этом производится тщательный анализ полога насаждений в стереорежиме изображений увеличенного масштаба. В процессе такой детализации глазомерно, аналитическим способом с использованием фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования, определяются таксационные характеристики выделов с выявлением различий между ними.

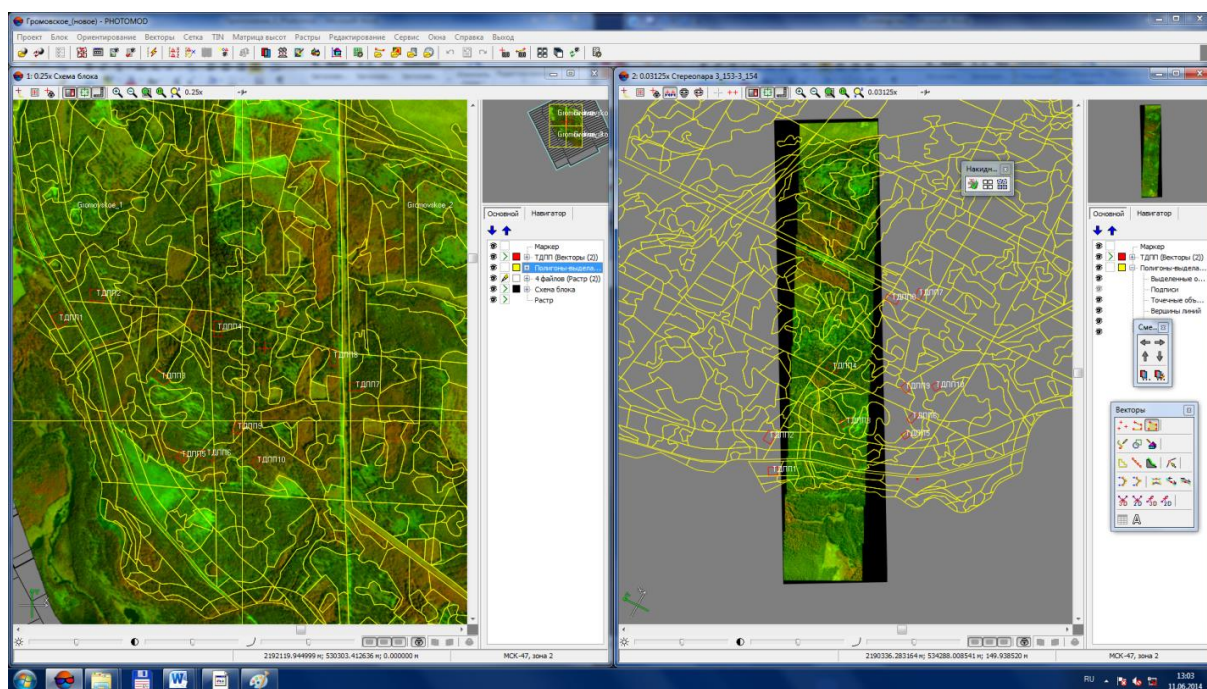
При установлении границ между выделами используется комплекс показателей, т.к. часто отдельные таксационные показатели не являются достоверными критериями для установления различий между смежными выделами.


При дешифрировании необходимо учитывать, что в пределах генерализованных выделов, объединяющих близкие по таксационным показателям лесные насаждения, часто нет очевидных (четко различимых) границ между таксационными выделами, поскольку их изменение, как правило, происходит постепенно.

Подготовка к контурному дешифрированию материалов аэрокосмосъемки в программе Photomod заключается в следующем:

- получение подготовленного проекта в Photomod с материалами съемки,
- загрузка в проект необходимых для работы растровых и векторных слоев (границ лесничества, квартальных просек, категорий защитных лесов, гидрографии, дорог),
- формирование нового векторного слоя (слоев) для сохранения результатов контурного дешифрирования.

Перед выполнением контурного дешифрирования рекомендуется с помощью клавиши  расположить окно с ортофотопланом в левой половине экрана монитора, окно с выбранной стереопарой – в правой. При векторизации (создании и изменении векторных объектов) результаты будут отражаться одновременно и в правом, и в левом окне.



Перед выполнением векторизации в стереорежиме следует убедиться, что открыто 2D - окно на выбранную стереопару, включен стереорежим, включен режим с фиксированным параллаксом и правильно выбрана фаза просмотра стерео («левый-правый» или «правый-левый» снимок) .

8.1.2. Выполнение контурного дешифрирования в программе *Photomod StereoMeasure*

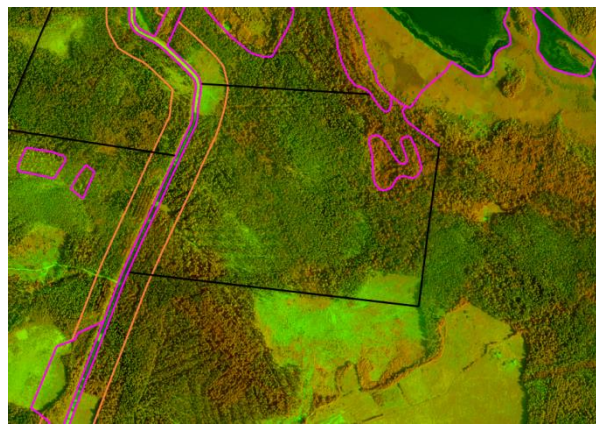
При векторизации границ лесотаксационных выделов в стереорежиме рекомендуется придерживаться следующих правил:

- выполнять оцифровку (векторизацию) на уровне средней высоты первого яруса выдела (при необходимости регулировать положение маркера по высоте колесом мыши);
- расставлять оптимальное количество вершин полилиний (полигонов) так, чтобы границы выделов получались плавными, без резких поворотов; нежелательно добавлять вершины как слишком часто (будет приводить к высоким трудозатратам и утомляемости дешифровщика), так и слишком редко (может приводить к созданию нехарактерных для природных объектов «пилообразных» границ);
- для смежных полигонов необходимо выполнять примыкание общих вершин (при создании нового полигона выполнять примыкание вершин к смежному полигону с помощью функции снаппинга);
- не создавать слишком мелкие по площади выделы (менее 1 га, в зависимости от разряда таксации);
- выбирать удобный для векторизации масштаб (рекомендуемый диапазон масштабов от 1:3000 до 1:10 000) с учетом масштаба выходных картографических материалов; учет масштаба выходных материалов при векторизации позволит избежать создания мелких выделов и выделов с узкими, вытянутыми границами (что характерно при контурном дешифрировании с большим увеличением).

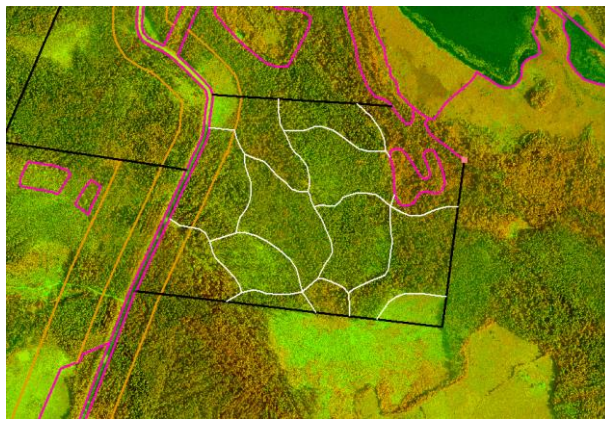
Пример последовательного контурного дешифрирования приводится ниже.



а

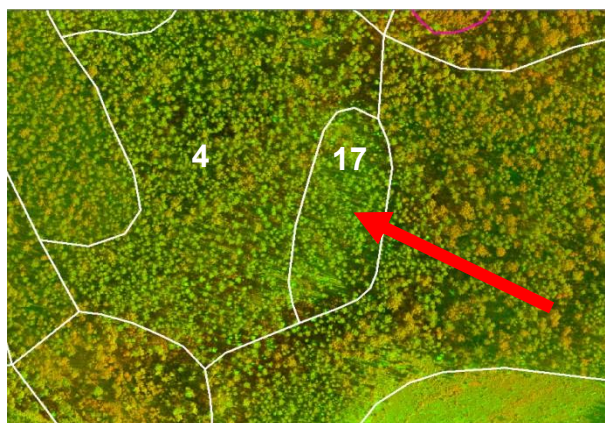


б



В

Г

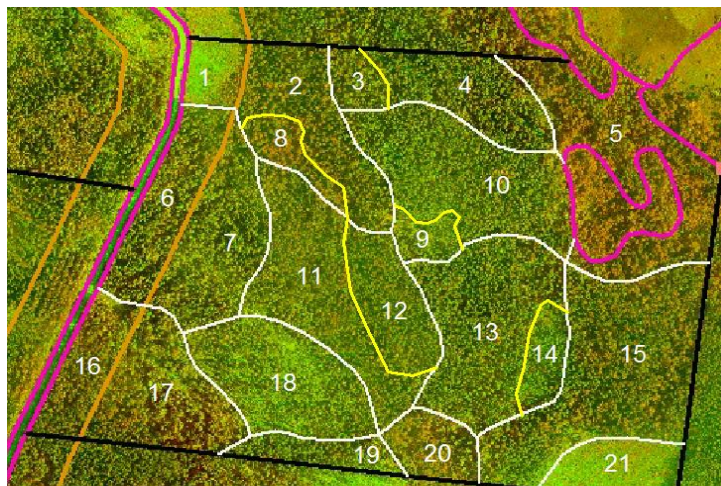


Д

е

№ выдела	Состав	А, лет	Н, м	Полнота, ед.	Класс бонитета	Тип леса	Запас, м ³ /га
4	7С2Е1Б	100	25	0.7	2	С-ЧС	305
17	10С	100	22	0.5	3	С-БР	190

Ж



З

Пример выполнения контурного дешифрирования: а – обзор местности, б – добавление векторных слоев с границами кварталов и земель, исключенных из лесного фонда, в – выделение нелесных земель, г – выделение обобщенных (генерализованных) лесотаксационных выделов, д – увеличенная часть генерализованного выдела (кв. 147, выд.4), е – разделение генерализованного выдела на отдельные таксационные выделы, ж – таксационные характеристики выделов №4 и 17; з - результат контурного дешифрирования 140 квартала Джатиевского лесничества Ленинградской области.

При выполнении контурного лесного дешифрирования в программе Photomod Stereo-Measure допустимо создание границ выделов в виде полилиний или полигонов (п.6.2).

8.2. Определение основных таксационных показателей выдела при аналитическом и измерительном дешифрировании с заполнением карточки таксации

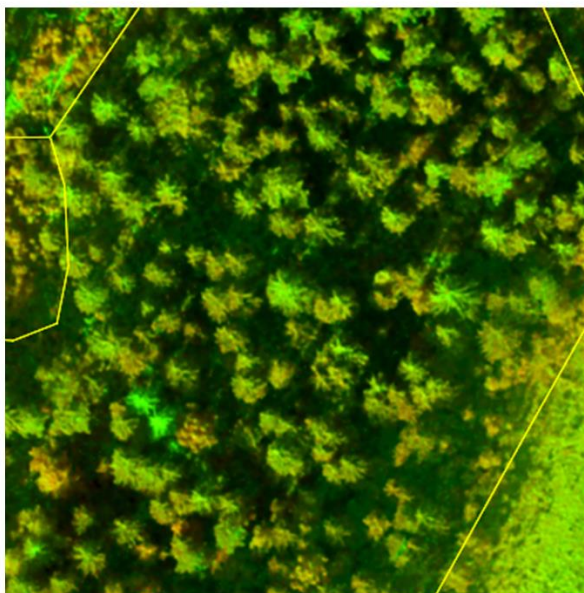
8.2.1. Порядок работы

Аналитический способ дешифрирования предусматривает глазомерное определение состава, класса возраста и типа леса насаждения на основе заранее изученных признаков дешифрирования. Относительная полнота определяется на основании глазомерной оценки сомкнутости полога и установленных зависимостей сомкнутости полога с полнотой, древесной породой и высотой насаждения. При помощи инструментов программы Photomod StereoMeasure измеряются такие таксационные показатели, как высота полога лесного насаждения или элемента леса, диаметр кроны, степень сомкнутости полога, количество деревьев.

Материалы аэросъемки камерой Vision Map A3 – CIR.

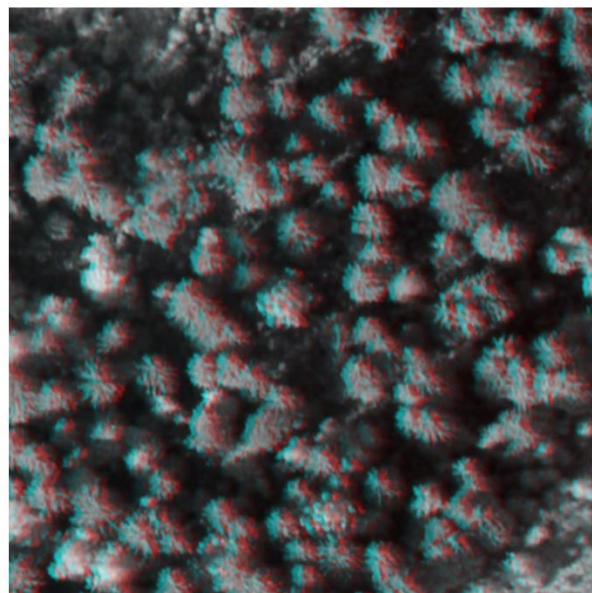
Моноизображение

Масштаб 1:1 000



Стереοизображение

Масштаб 1:820



Лесничество Участковое лесничество	Номер квартала	Номер выдела	Состав	Класс бонитета	Тип леса	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Полнота, ед. полн.	Запас, м ³ / га
Приозерское Джатиевское	152	40	8Е1С1Б	2	КС	90	25	28	0,7	290

Перед началом работ по дешифрированию обучаемым следует ознакомиться с наиболее характерными и типичными для данного региона и вида съемок изображениями

насаждений разных преобладающих пород, разных возрастов, типов лесов, бонитетов, полнот из фототеки изображений АКС разных масштабов.

Рекомендуемая методическая последовательность действий при выполнении аналитико-измерительного дешифрирования в стереорежиме в программе Photomod:

- Подготовка проекта объекта (лесничества) к дешифрированию в Photomod
- Определение типа леса (типа лесорастительных условий) и класса бонитета
- Определение формулы состава насаждения
- Определение средних высот яруса и элементов леса
- Определение средних диаметров элементов леса
- Определние возраста
- Определение относительной полноты
- Определение запаса на 1 га

Очередность дешифрирования таксационных показателей зависит от конкретных условий. В первую очередь определяют тот показатель, который дешифрируется наиболее уверенно.

8.2.2. Определение типа леса (типа лесорастительных условий)

Дешифрирование типов леса, (а также классов бонитета) основывается на использовании связей между различными элементами ландшафта, которые без стереоскопического просмотра выявить практически невозможно. Типы леса следует определять с учетом совокупности всех признаков дешифрирования, отражающих как особенности самих насаждений (состав, строение полога и характер расположения деревьев, степень сомкнутости полога), так и особенности элементов ландшафта местности, находящихся изображении на аэро- и космоснимках, в том числе рельефа местности, почвогрунтов и гидрографии.

Рекомендуется при лесотаксационном дешифрировании определять предварительный тип леса и класс бонитета совместно, ввиду аналогии признаков их определения.

Цвет изображения полога леса на спектрональных снимках – важный показатель при определении типов леса, так как насаждения в различных условиях местопроизрастания имеют неодинаковые цветовые характеристики. Так, например, покров в сухих борах, состоящих из вереска и лишайника, изображается светло-зеленым тоном, сфагновые болота – желтовато-зеленым, травянистая растительность – салатным. При определении типов леса важно обращать внимание на расположение гидрографической сети по территории исследуемого лесного участка, а также на наличие или отсутствие мелиоративных каналов, поскольку степень увлажнения почвы непосредственно влияет на условия местопроизрастания и на плодородие почвы.

Зная особенности элемента ландшафта исследуемого участка (располагается в низине, на возвышенности, на склоне горы, на освещённой или затенённой части склона, в поймах рек), можно определить предполагаемый тип леса. Поэтому существенную пользу при дешифрировании типа леса может оказать предварительная оценка рельефа местности с помощью топографических карт, различных моделей рельефа и местности.

Дешифрирование типов леса и классов бонитета, как и других основных таксационных показателей, базируется на предварительном изучении природных условий объекта. Так, при дешифрировании типов леса большую роль играет тренировка таксатора–дешифровщика в наземных условиях на заранее подготовленных пробных площадях и выделах для конкретного объекта работ. Это особенно актуально в тех случаях, когда исполнителю встречаются незнакомые, несвойственные для данного региона, типы леса.

Существенную помощь при определении типов леса по снимку оказывает схема типов леса, которая составляется для каждого конкретного региона страны. Пример – схема типов леса Ленинградской области:

Группа типов леса	Название типа леса (шифр)	Бонитет тип лесорастительных условий	Геоморфологические признаки	Почвы	Древостой	Подрост	Подлесок	Покров	Тип вырубок (шифр)
Кисличная (КС)	Сосняк кисличный (КС) (временный тип леса на месте ельника кисличного)	1-2 B ₂	Спабов холмистые или почти ровные хорошо дренированные равнины	Мелкогумусные подзолистые супесчаные и суглинистые A ₀ - 3 - 5 см A ₁ - 10 - 15 см A ₂ - от 0 до 15 см	Сосновый, примесь березы, часто второй ярус ели	Еловый различной густоты	Редкий или средней густоты, рябина, крушина, малина, ольха, ива, жимолость	Кислица, майник, костяника, черника, вейник, ландыш, ахи: хилокомиум, ритидиаль-фус, плетурициум	Вейники (В)
Черничная (ЧР)	Сосняк черничный свежий (ЧС) (на песках - коренной тип, на супесях и суглинках - временный, вместе ельника)	2-3 A ₂	Равнины с нормальным и ослабленным дренажем	Грубогумусные средние и сильно подзолистые, супесчаные и суглинистые A ₀ - 6 - 8 см A ₁ - 0 - 10 см A ₂ - 5 - 40 см	Сосновый, примесь ели и березы	Еловый различной густоты	Средней густоты рябина, мохоже вейник, ива, крушина	Черника, вейник, реж брусника, костяника, майник, марьяник, мхи: хилокомиум, плетурициум, дикранум	Кипрейные (К)
Черничная (ЧР)	Сосняк черничный влажный (ЧВ) Сосняк черничный влажный осушенный (ЧВО)	3-4 A ₂ A ₂	Равнины с ослабленным дренажем	Влажные грубогумусные торфянисто-грубогумусные, подзолистые и подзолы, песчаные, супесчаные и суглинистые A ₀ - 7 - 12 см A ₁ - 5 - 8 см A ₂ - 5 - 40 см	Сосновый, примесь ели и березы	Еловый различной густоты	Средней густоты - рябина, мохоже вейник, ива, крушина	По микроповышениям - черника, брусника, майник, хилокомиум, плетурициум; по микропонижениям - хвощ лесной, осоки, кукушкин лен, сфагнум	Долгомошн-вейниковые (ДВ)
Долгомошная (ДЛ)	Сосняк долгомошный (ДЛ) Сосняк долгомошный осушенный (ДЛО)	3-4 A ₂ A ₂	Плавные понижения среди холмов, на равнинах с длительным увлажнением застойными водами	Торфянистые и торфянисто-перегнойные, подзолисто-глеваые, на породах различного механического состава, торф - 15 - 30 см	Сосновый, примесь ели, березы	Еловый редкий	Единично-ива, рябина, крушина	Сплошной ковер из кукушкина льна и сфагнума, рассеяно черника, хвощ лесной, голубика, вейник Лангсдорфа, осоки	Долгомошные (Д)

При затруднении определения типа леса по снимку, рекомендуется пользоваться эталонами аналогичных насаждений из картотеки стереоскопических изображений на данный регион.

8.2.3. Определение класса бонитета

При определении класса бонитета в процессе дешифрирования кроме высоты и возраста используется комплекс косвенных признаков, которые характеризуют условия местопроизрастания, таксационные особенности насаждений, характер расположения в лесном массиве одних насаждений по отношению к другим. Анализ совокупности перечисленных признаков позволяет более уверенно определять классы бонитета.

Стереоскопический просмотр материалов дистанционного зондирования позволяет оценивать особенности рельефа часто определяющего условия местопроизрастания. По мере изменения условий местопроизрастания обычно меняется и таксационная характеристика насаждений, что отражается и на материалах съемок.

Из таксационных показателей насаждений для установления классов бонитета учитывают: размеры и формы крон, соотношение между средними высотами и диаметрами крон в том или ином возрасте древостоев; состав насаждений и долю примеси второстепенных пород. Кроме того, имеют значение характер распределения деревьев в пологе насаждения, тона крон и промежутков между ними, степень равномерности сомкнутости крон, наличие или отсутствие второго яруса и др. Иногда, такой признак, как густота крон служит подсказкой для определения бонитета насаждения по снимку. В низкобонитетных хвойных насаждениях кроны отдельных деревьев часто характеризуются редкой густотой. Данный признак явно заметен на снимках сверхвысокого пространственного разрешения, где кроны деревьев практически сливаются с земной поверхностью.

Классы бонитета по снимку также определяются через соотношение средней высоты и возраста основного элемента леса с учетом типа леса.

Существенную пользу при установлении класса бонитета могут приносить знания о взаимосвязях пространственного расположения одних насаждений по отношению к другим. Например, рядом с чистыми еловыми насаждениями часто располагаются другие насаждения со вторым ярусом из ели; рядом с чистыми болотами часто произрастают древостои V класса бонитета с постепенным переходом к более высоким классам. Сопоставляя все эти признаки между собой и, одновременно анализируя изображения насаждений по материа-

лам дистанционного зондирования, можно найти дополнительные признаки для дешифрирования классов бонитета.

Из косвенных признаков особо важную роль для определения класса бонитета имеют закономерные связи между лесом и средой – рельефом, почвой и гидрологическими условиями. Например, для Ленинградской области характерна следующая связь между классами бонитета и условиями местопроизрастания.

Влияние условий местопроизрастания на распределение насаждений по классам бонитета

Класс бонитета	Условия местопроизрастания (положение участка относительно элементов рельефа и гидрографии)
1-2	Участок в поймах рек на повышенных и дренированных местах или вдали от рек на повышенных формах и элементах рельефа
3	Участок на обширных ровных пространствах с затрудненным стоком
4	Избыточно увлажненные участки со слабопроточным режимом вблизи рек
5	Бессточные котловины, сильно заболоченные понижения

Такие закономерности можно выявить для всех лесорастительных районов. Следовательно, определив положение дешифрируемого участка относительно форм и элементов рельефа и гидрографии, можно сделать достаточно достоверное заключение о классе бонитета и типе леса.

8.2.4. Определение состава лесных насаждений

Определение таксационных характеристик дешифрируемых насаждений часто начинают с установления формулы состава. Составляющие насаждение породы распознают глазомерно по совокупности признаков (цвету и тону, формам и размерам крон, структуре изображения полога, падающей и собственной тени кроны дерева) с использованием таблиц признаков дешифрирования (п. 7.2). Коэффициенты состава видимой части полога изначально определяют приблизительно по представленности различных древесных пород. Затем определяют скорректированные (окончательные) коэффициенты состава с учетом связи представленности той или иной породы в горизонтальной проекции полога с долей ее запаса (в %), установленной по данным таксационно-дешифровочных пробных площадей и типичных выделов.

Глазомерно-аналитический способ определения формулы состава:

- просмотр в стереорежиме изображения выдела в мелком и в крупном масштабах,
- определение представленности отдельных древесных пород в процентном соотношении по совокупности видимых на снимке крон деревьев,
- определение доли невидимых на снимке крон деревьев с использованием данных натурных работ по пробным площадям и выделам,
- определение коэффициентов состава древесных пород.

При определении состава не следует опираться только на количество видимых на снимке горизонтальных проекций крон деревьев. Во-первых, запасы по каждому элементу леса в насаждении могут сильно различаться. Во-вторых, значительное влияние на итоговую формулу состава может оказывать количество невидимых на снимке крон деревьев. Например, большие раскидистые кроны берёзы и осины могут вводить исполнителя в заблуждение при определении преобладающей породы и коэффициентов состава насаждения. Надо иметь в виду, что соотношение коэффициентов состава, установленное при дешифрирова-

нии на основе анализа получивших изображение на снимках деревьев (дешифровочный состав), часто не соответствует фактической формуле состава. Поэтому при дешифрировании еловых насаждений со значительной примесью берёзы или сосны, имеющих относительно большие кроны, нередко возникает необходимость добавлять 1-2 единицы ели в состав, а также корректировать относительную полноту, так как еловым насаждениям свойственна разновысотность и некоторые кроны ели на изображении могут быть скрыты берёзой от глаз дешифровщика. Характерным признаком для смешанных с лиственными еловых лесных насаждений является наличие на их изображении темных провалов между кронами или группами крон. Недоучет скрытых на снимках деревьев может приводить к серьезным ошибкам, включая определение преобладающей породы в сложных насаждениях. Такие особенности следует учитывать и, в необходимых случаях, вводить определенные поправки с привлечением данных, полученных при наземном анализе признаков дешифрирования соответствующих объектов обучающей выборки (ТДПП и выделов с выборочно-измерительной и перечислительной таксацией).


Поэтому, при работах по камеральному дешифрированию снимков необходимо обращать внимание и в необходимых случаях применять корреляционную связь между «дешифровочным» и истинным составом насаждений, установленную на объектах обучающей выборки таксационно-дешифровочного полигона.

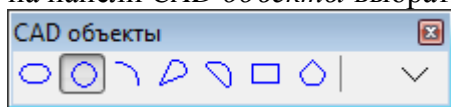
Также на подготовительном этапе работ важно определить лесоводственно-экологические и биологические (светлюбивые и теневыносливые древесные породы) особенности древесных пород, произрастающих на изучаемой территории. В зависимости от этих свойств дерева различных древесных пород (элементов леса) по площади могут располагаться относительно друг друга равномерно или неравномерно, отдельными группами или обособленными куртинами. Например, осина преимущественно располагается биогруппами, она предпочитает более богатые почвы и почти не встречается на низкобонитетных заболоченных участках.

Для контроля при определении состава рекомендуется сравнивать изображение дешифрируемого выдела со стереозаталонном – аналогичным или близким по составу выделом, подобранным из фототеки стереопар типичных насаждений.

В сложных насаждениях состав видимого полога может быть определен с помощью точечных или круговых палеток (площадок), позволяющих установить соотношение числа крон различных пород путем подсчета в круговых шаблонах видимых крон по породам.

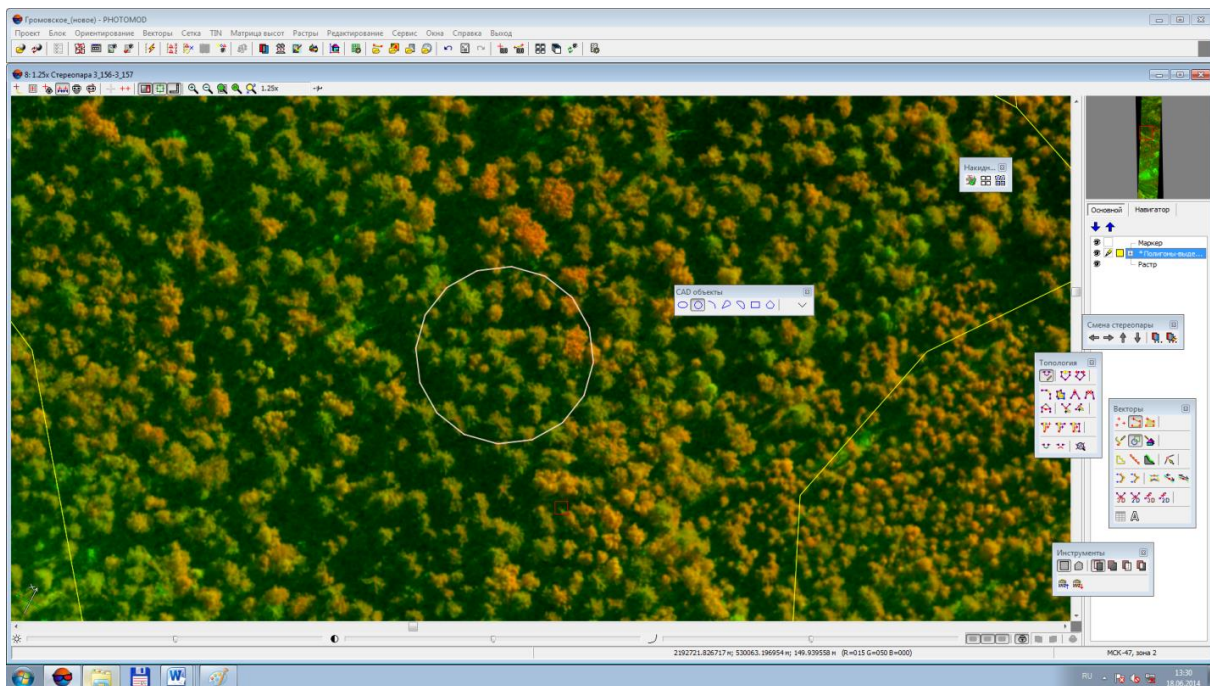
Измерительный способ определения формулы состава (при помощи круговых площадок) в программе Photomod StereoMeasure:

- нажать на клавишу *CAD объекты* , расположенную на панели инструментов *Векторы*;
- на панели *CAD объекты* выбрать *Окружность*;



- выбрать курсором характерное место на снимке (участок должен соответствовать средней характеристике выдела, нажать правую клавишу мыши или клавишу *Insert*;
- левой клавишей мыши задать диаметр круга, площадь которого должна составлять 0.1-0.2 га;
- нажать *Enter*;

В мелких по площади выделах достаточно заложить одну подобную круговую площадку. В выделах с большой площадью или сложной конфигурацией необходимо закладывать 2-3 площадки в разных частях выдела (при этом нет необходимости создавать круг заново – достаточно переместить существующий в новое положение).



Определение формулы состава при помощи круговых площадок:

- внутри круговой площадки сосчитать количество видимых горизонтальных проекций крон деревьев по каждой породе;
- измерить средний диаметр крон и высоту деревьев по каждой породе;
- определить средний диаметр ствола на высоте груди (на основе установленных взаимосвязей);
- определить среднюю площадь поперечного сечения одного дерева по каждой породе (по формуле площади круга);
- умножить среднюю площадь поперечного сечения на количество деревьев по каждой породе;
- определить сумму средних площадей поперечного сечения по каждой породе и установить предварительную формулу состава;
- с учётом поправок на невидимые горизонтальные проекции крон деревьев на аэрокосмоснимке определить окончательную формулу состава (процент видимых и невидимых крон деревьев на снимке возможно определить по данным пробных площадей, заложенных в данном районе).

Пример.

Количество видимых на снимке горизонтальных крон деревьев на круговой площадке: сосна – 20, ель – 10, берёза – 5.

Средний диаметр ствола на высоте груди: сосна – 30 см, ель – 30 см, берёза – 20 см.

Средняя площадь поперечного сечения одного дерева:

$$S = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$S_C = \frac{3.14 * 30^2}{4} = 706.5 \text{ см}^2 = 0.071 \text{ м}^2$$

$$S_E = \frac{3.14 * 30^2}{4} = 706.5 \text{ см}^2 = 0.071 \text{ м}^2$$

$$S_B = \frac{3.14 * 20^2}{4} = 314 \text{ см}^2 = 0.031 \text{ м}^2$$

Сумма площадей сечений по каждой породе:

$$\sum S_C = 0.071 * 20 = 1.4 \text{ м}^2$$

$$\sum S_E = 0.071 * 10 = 0.7 \text{ м}^2$$

$$\sum S_C = 0.031 * 5 = 0.15 \text{ м}^2$$

$$\sum S_{\text{общ}} = 1.4 + 0.7 + 0.15 = 2.25 \text{ м}^2$$


Расчёт коэффициентов состава:

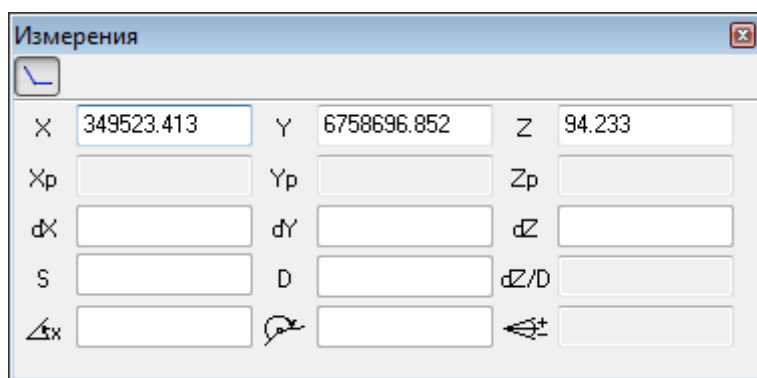
$$K = \frac{\sum S * 10}{\sum S_{\text{общ}}}$$
$$K_C = \frac{1.4 * 10}{2.25} = 6$$
$$K_E = \frac{0.7 * 10}{2.25} = 3$$
$$K_B = \frac{0.15 * 10}{2.25} = 1$$

8.2.5. Определение средней высоты элемента леса и яруса

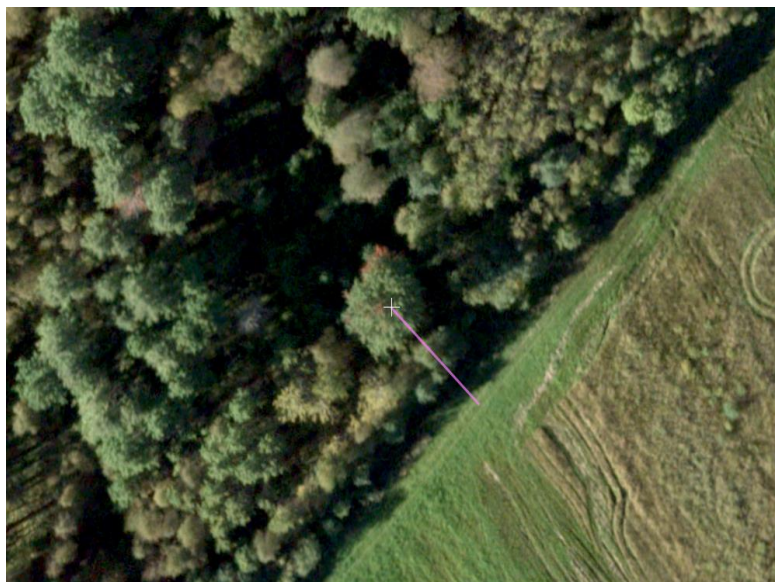
Высоты элементов леса (яруса по средним деревьям лесного насаждения) определяют путем измерений превышений точек в стереорежиме. В небольших по площади выделах измеряются 4-5 деревьев со средними и по два дерева с максимальным и минимальным значениями высот. В выделах с большой площадью или сложной конфигурацией измерения высот деревьев выполняются в разных частях выдела. Результаты измерений суммируются и усредняются для каждой породы. Высота элемента леса записывается в карточку таксации.

Последовательность действий для полуавтоматического измерения высот деревьев в программе Photomod **StereoMeasure**:

- открыть окно измерений на панели 2D-окна ;



- выбрать на снимке дерево для определения высоты;
- найти на снимке место для определения высоты на уровне земли (хорошо просматриваемый участок земной поверхности, свободный от растительности рядом с выбранным деревом);

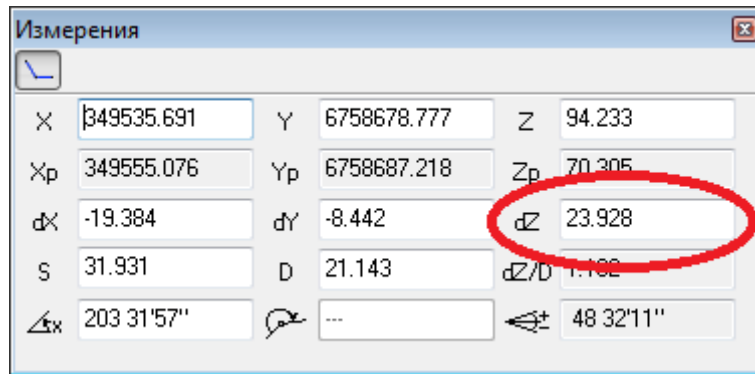


– установить удобный для просмотра масштаб (рекомендуется для определения средней высоты древесного полога и отдельных деревьев использовать диапазон масштабов 1:2000-1:5000);

– при помощи колеса мыши опустить маркер в нижнюю точку отсчёта (высота нижней точки и высота маркера должны визуально совпадать) и зафиксировать её правой клавишей мыши или кнопкой *Insert*;

- «поднять» маркер на высоту дерева или группы деревьев с помощью колеса мыши, либо нажать клавишу «пробел» для автоматической привязки.

Высота дерева будет соответствовать значению dZ в диалоговом окне *Измерения*.



Рекомендуется при измерении высот деревьев устанавливать значение шага колеса мыши от 0,5 до 1 метра. Шаг перемещения по dZ устанавливается в настройках *Меню/Параметры/Уравнивание*.

Технической сложностью при измерении высот деревьев в стереорежиме является правильный выбор основания дерева и его вершины. От точности измерения высот основания и вершины зависит точность определения высоты дерева.

При определении нижней точки основания дерева следует учитывать высоту травяного покрова, подлеска, подроста и вносить в результаты измерений соответствующие поправки. Вершина дерева на снимке зачастую располагается на границе собственной тени и освещённой части кроны дерева.

Для достижения положительных результатов по определению высот в Photomod важно выполнять камеральную тренировку исполнителей-дешифровщиков с инструментальным определением высот деревьев, измеренных при натурных работах.


В ряде случаев (для малопредставленных составляющих пород, при плохой просматриваемости вершин деревьев или земной поверхности, высокой сомкнутости полога) определение высот элементов леса допустимо выполнять иными способами – глазомерно-стереоскопическим, по аналогии с известной высотой яруса или элементов леса в соседних выделах, либо путем измерения относительной разницы с известными высотами соседних деревьев.

8.2.6. Определение средних диаметров древостоев элементов леса

Средний диаметр древостоев элементов леса не подлежит прямому измерению. Его устанавливают по графикам, номограммам, регрессионным уравнениям (в том числе многофакторным). Зависимой переменной в уравнениях является средний диаметр, независимыми – таксационно-дешифровочные показатели, определяемые при натурных измерениях на пробных площадях (средняя высота, средний диаметр крон, сомкнутость крон) или выделах с выборочной, измерительной или перечислительной таксацией.

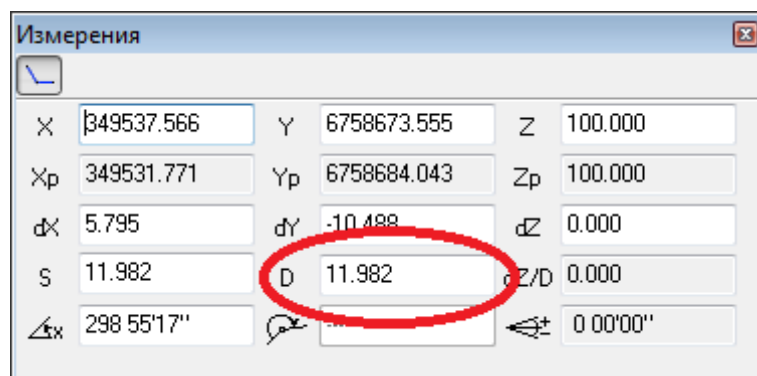
Для определения среднего диаметра древостоя элемента леса необходимо измерительным путем определить значения независимых переменных для выбранной зависимости (среднюю высоту, средний диаметр кроны) и, по соответствующему графику, таблице или уравнению определить средний диаметр на высоте груди.

Для измерения среднего диаметра кроны в Photomod:

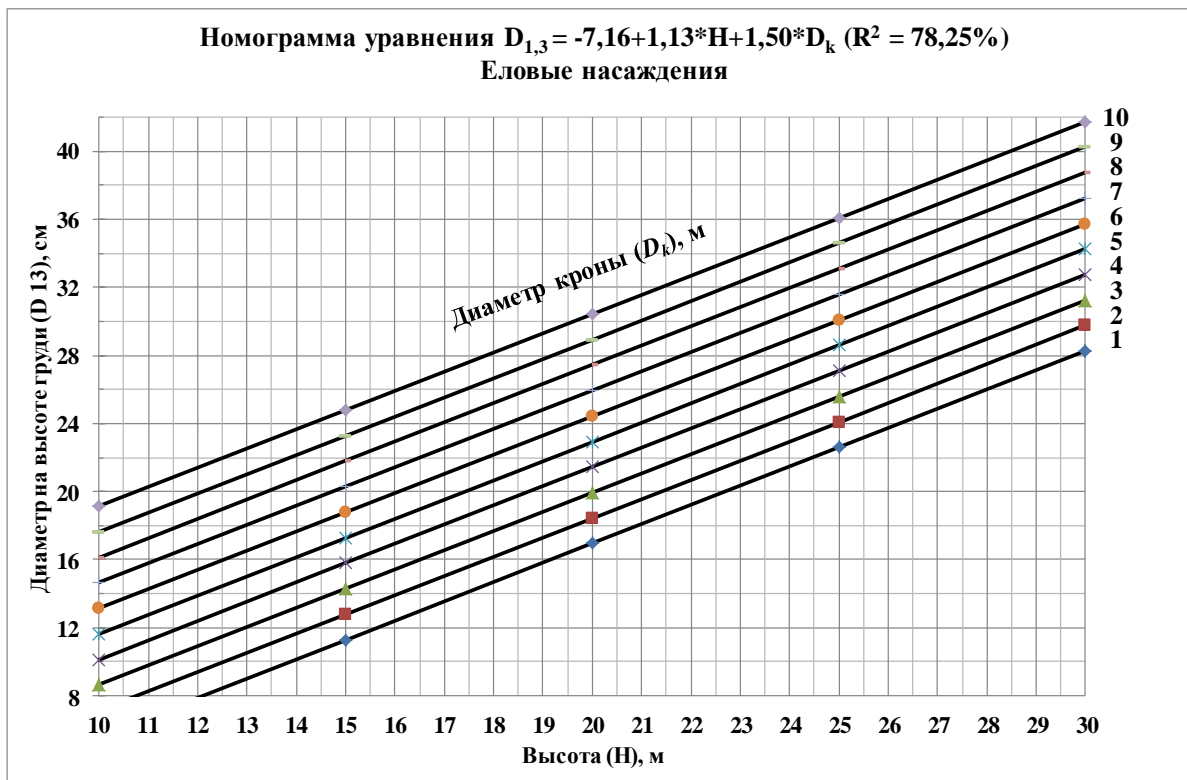
- открыть окно измерений на панели 2D-окна  ;
- поместить маркер на край кроны;
- зафиксировать положение маркера, нажав кнопку *Insert* или правую клавишу мыши;
- поместить маркер левой клавишей мыши на противоположный конец кроны.



Диаметр горизонтальной проекции кроны дерева будет соответствовать значению D в диалоговом окне *Измерения* (рис. 10). Измерение диаметра кроны дерева выполняется в двух направлениях – с севера на юг и с запада на восток, результаты суммируются и усредняются.



При определении средних диаметров древостоев элементов леса на основе установленных зависимостей от средних диаметров крон измеряют диаметры крон у 6-10 деревьев, вычисляют среднеарифметическое значение и по графику находят соответствующее значение среднего диаметра на высоте груди. Для измерений диаметров крон необходимо выбирать деревья с хорошо видимыми проекциями крон, близкими по своей величине к средним



8.2.7. Определение класса возраста

Возраст древостоя непосредственного отражения на материалах дистанционного зондирования не находит, но он определяет лесоводственное состояние деревьев и строение полога всего древостоя. Для определения возраста при дешифрировании используется набор прямых и косвенных признаков.

Прямые и косвенные признаки определения возраста при дешифрировании

С увеличением возраста древостоев, как правило, увеличиваются размеры проекций крон деревьев, их цвет становится более темным, растут промежутки между кронами деревьев. С возрастом изменяется форма крон – уменьшается относительная протяженность кроны по стволу; форма крон меняется от конусовидной, свойственной более молодым деревьям, до обратнойцевидной у спелых и перестойных деревьев. Для молодых и особенно средневозрастных древостоев характерна небольшая дифференциация деревьев по высоте. Наиболее сильно разница в высотах деревьев выражена в древостоях старшего возраста. Степень различимости крон – ещё один важный признак при определении возраста по снимкам. Следует иметь в виду, что степень различимости крон зависит как от их размеров, так и в большой степени от густоты их крон. Характер изменения форм крон с возрастом зависит от региона.

Прямые признаки определения возраста при дешифрировании:

- размеры проекций крон,
- цвет изображения проекций крон,
- размер промежутков между кронами деревьев,
- формы крон,
- относительная протяженность кроны по стволу,
- разновысотность деревьев,
- густота крон,
- плотность собственных и падающих теней

Косвенные признаки определения возраста при дешифрировании:

- приуроченность лесного насаждения к элементам ландшафта,

- типы лесорастительных условий, типы леса и классы бонитета.

Определение классов возраста при дешифрировании может выполняться с учетом следующих придержек:

1-2 классы возраста. Кроны отдельных деревьев неразличимы, но поверхность полога отличается от непокрытых лесом участков некоторой приподнятостью относительно дорог, просек или прогалин. Преобладает светлый тон изображения полога. У стен молодняков могут быть заметны узкие полоски тени. К концу II класса возраста на изображениях появляются мелкие промежутки темного тона.

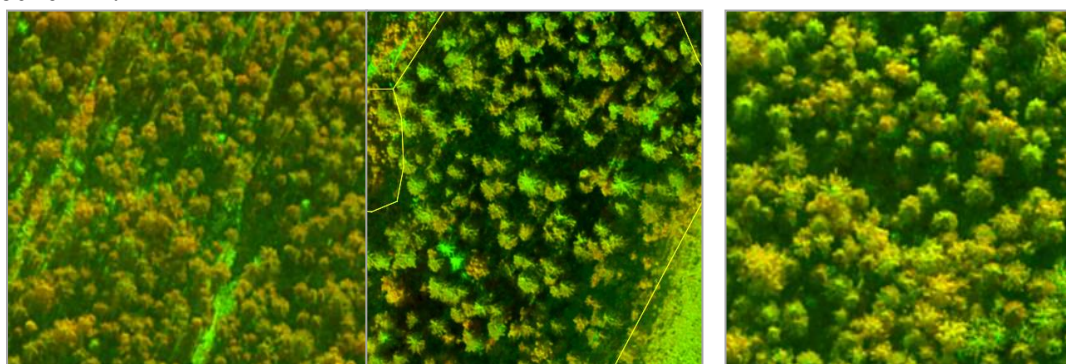
3 класс возраста. Видны мелкие кроны деревьев, промежутки между кронами небольшие, темного тона. Проекции крон уже обособлены друг от друга и изображаются в виде густой сети точек.

4 класс возраста. Кроны, а также промежутки между ними, хорошо заметны. Становится заметной разновысотность между деревьями. Просматриваемость полога хорошая – до половины высоты древостоев. В лиственных древостоях появляются разрывы в пологе.

5 класс возраста и старше. Кроны мощные, вершины закруглены, промежутки иногда больше размеров крон. Полог просматривается до земли при полноте 0,6 и ниже. В промежутках между кронами виден 2-й ярус, а иногда и подрост. В еловых и лиственных сомкнутых древостоях полог до земли не просматривается.

Перед дешифрированием рекомендуется предварительно изучить изменение перечисленных признаков от возраста на примере типичных хвойных и лиственных насаждений по имеющимся в фототеке изображениям.

Ниже показаны примеры изображения еловых насаждений разного возраста на материалах аэросъемки.



а

б

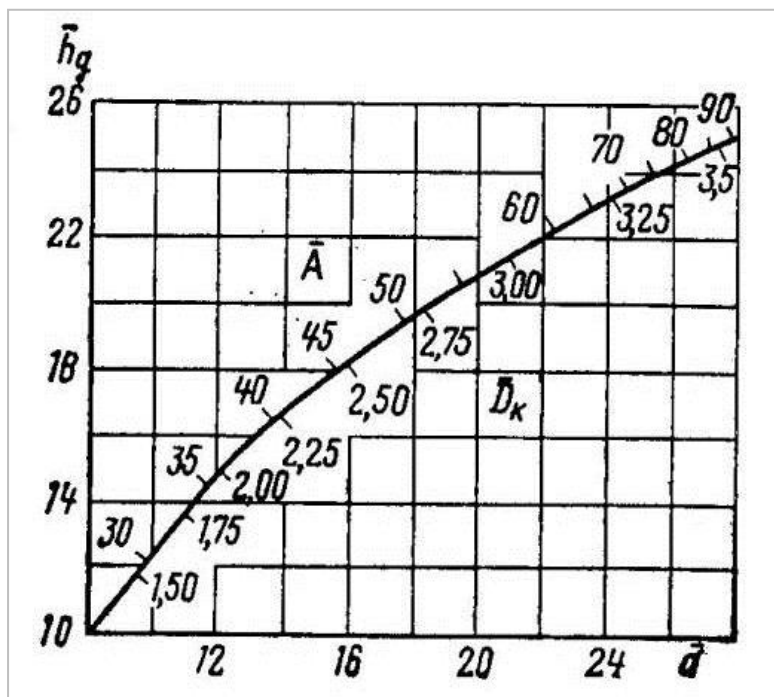
в

№ квартала	57	152	94
№ выдела	6	40	3
Состав	5Е1СЗБ1ОС	8Е1С1Б	6Е2ОС1Б1С
Класс бонитета	2	2	3
Тип леса	ЧС	КС	ЧС
Возраст, лет	70	90	120
Высота, м	21	25	24
Полнота, ед. полн.	5	7	8

г

Еловые насаждения на материалах аэросъемки: **а** – насаждения в возрасте 70 лет, **б** – насаждения в возрасте 90 лет, **в** – насаждения в возрасте 120 лет, **г** – таксационные характеристики

Кроме прямых и косвенных признаков дешифрирования при определении возраста могут использоваться установленные взаимосвязи, предпочтительно множественные, между таксационными и дешифровочными показателями.



Зависимость между высотой, диаметром кроны, диаметром стволов и возрастом в сосновых древостоях

8.2.8. Определение относительной полноты (сомкнутости) полога

Глазомерно-аналитический способ определения относительной полноты включает следующие этапы:

- глазомерная оценка площади проекций кроны деревьев и общей площади выдела,
- оценка возможной доли невидимых кроны деревьев (с использованием данных пробных площадей и выделов таксационно-дешифровочного полигона),
- использование образцов-эталонов (из фототеки эталонов),
- оценка просматриваемости полога в глубину, состава и возраста насаждения.

Важно знать, что полнота насаждений с наличием в пологе больших округлых и тупых проекций кроны представляется на снимке более высокой, чем на самом деле (например, в лиственных насаждениях). Наличие в пологе остроконечных кроны (например, в еловых насаждениях) наоборот создает эффект более низкой полноты.

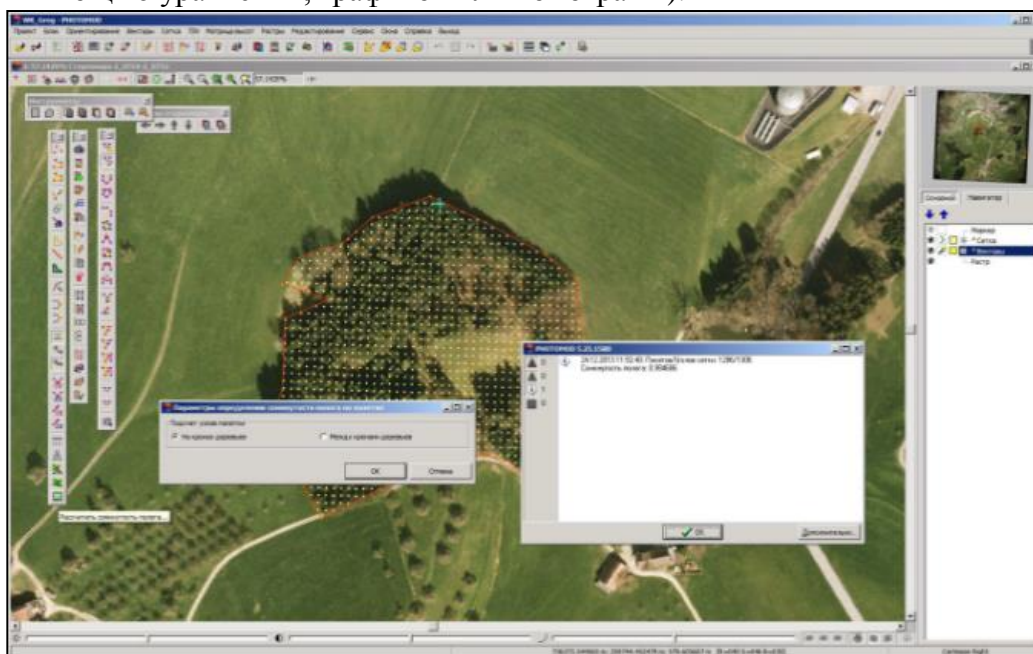
В программе Photomod StereoMeasure реализован модуль для определения сомкнутости полога. По значению сомкнутости полога можно определить относительную полноту насаждения через установленные взаимосвязи.

Измерительный способ определения относительной полноты в программе Photomod StereoMeasure:

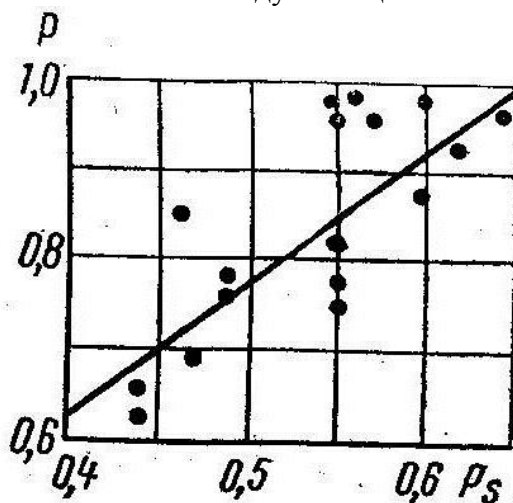
1. Запустить проект Photomod с необходимыми слоями и открыть 2D окно на выбранную стереопару.
2. Выделить на снимке прямоугольную область, в которой будут выполняться измерения сомкнутости полога.
3. Создать сетку пикетов на выбранную область (предварительно задать расстояние между точками, равное среднему диаметру кроны преобладающей породы).
4. Выполнить команду *Профилирование*. Каждому пикету присваивается одно из двух значений, в зависимости от его расположения относительно кроны деревьев – *Insert*, если пикет попадает на крону дерева, или *Delete*, если не попадает. По за-

вершении измерений программа автоматически определяет степень сомкнутости полога.

- По значению степени сомкнутости полога определить полноту насаждения (с помощью уравнений, графиков или номограмм).



Для определения полноты насаждения могут использоваться установленные множественные взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями.



Зависимость между полнотой и сомкнутостью полога

в сосновых насаждениях в возрасте 70-130 лет $P = 1.415P_s + 0.050$, $r = 0.65 \pm 0.034$

8.2.9. Определение запаса насаждений

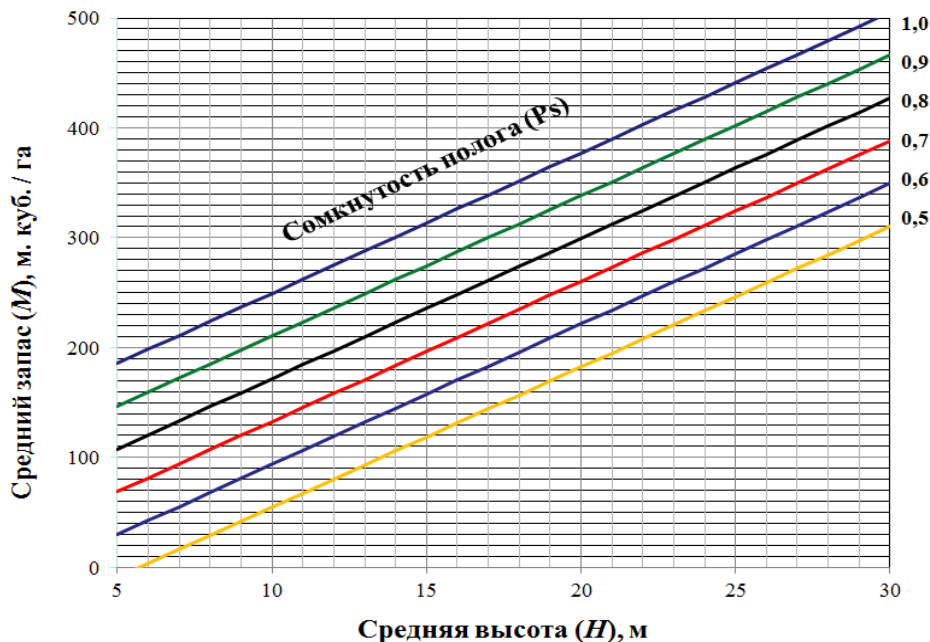
Запас лесных насаждений определяется:

- по стандартным таблицам по преобладающей породе, высоте яруса, и относительной полноте,
- по установленным **множественным взаимосвязям** между таксационными и дешифровочными показателями.

4.1. Суммы площадей сечений (G) при полноте 1,0,
 видовые числа (F), видовые высоты (HF)
 и запасы (M) древостоев по относительным полнотам

H, м	G, м ²	F	HF	Запасы (м ³) по относительным полнотам							
				1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
СОСНА											
3	10,3	0,906	2,72	28	25	22	20	17	14	11	8
4	15	0,767	3,07	46	41	37	32	28	23	18	14
5	19,2	0,667	3,33	64	58	51	45	38	32	26	19
6	22,1	0,633	3,80	84	76	67	59	50	42	34	25
7	23	0,627	4,39	101	91	81	71	61	51	40	30
8	23,9	0,617	4,94	118	106	94	83	71	59	47	35
9	25,5	0,593	5,33	136	122	109	95	82	68	54	41
10	27,1	0,572	5,72	155	140	124	109	93	78	62	47
11	28	0,562	6,18	173	156	138	121	104	87	69	52
12	29	0,552	6,62	192	173	154	134	115	96	77	58
13	29,9	0,540	7,02	210	189	168	147	126	105	84	63
14	30,7	0,530	7,43	228	205	182	160	137	114	91	68
15	31,5	0,521	7,81	246	221	197	172	148	123	98	74
16	32,2	0,495	7,92	255	230	204	179	153	128	102	77
17	32,9	0,504	8,57	282	254	226	197	169	141	113	85
18	33,6	0,498	8,96	301	271	241	211	181	151	120	90
19	34,3	0,491	9,33	320	288	256	224	192	160	128	96
20	35	0,484	9,69	339	305	271	237	203	170	136	102
21	35,7	0,478	10,03	358	322	286	251	215	179	143	107
22	36,3	0,472	10,39	377	339	302	264	226	189	151	113
23	36,9	0,467	10,73	396	356	317	277	238	198	158	119
24	37,5	0,461	11,07	415	374	332	291	249	208	166	125
25	38,1	0,457	11,42	435	392	348	305	261	218	174	131
26	38,6	0,453	11,79	455	410	364	319	273	228	182	137
27	39,2	0,449	12,12	475	428	380	333	285	238	190	143
28	39,6	0,446	12,50	495	446	396	347	297	248	198	149
29	40,1	0,447	12,97	520	468	416	364	312	260	208	156
30	40,6	0,443	13,30	540	486	432	378	324	270	216	162
31	41	0,441	13,66	560	504	448	392	336	280	224	168
32	41,4	0,438	14,01	580	522	464	406	348	290	232	174
33	41,7	0,436	14,39	600	540	480	420	360	300	240	180
34	42	0,434	14,76	620	558	496	434	372	310	248	186
35	42,2	0,433	15,17	640	576	512	448	384	320	256	192

Пример определения запаса на 1 га по стандартным таблицам для сосновых насаждений со средней высотой яруса 24 м и относительной полнотой 0,7.



Пример номограммы регрессионной зависимости среднего запаса (M), м³/га
 $M = -256,57 + 12,77H + 389,56Ps$ $R^2 = 87,21\%$

9. Контроль лесного (лесотаксационного) стереоскопического дешифрирования

По результатам контрольного дешифрирования по каждому исполнителю составляются сличительные ведомости, дается оценка точности таксации лесов дешифровочным способом и решается вопрос о допуске исполнителя к самостоятельному контурному и таксационному дешифрированию аэрокосмических снимков (Приложение 7 Книги 2). Оценка точности повывдельного стереоскопического дешифрирования и решение вопроса о допуске к лесному дешифрированию выполняется на основе следующих нормативов и допустимых случайных отклонений при вероятности 0,68:

- по запасу на 1 га для яруса: $\pm 25 \%$;
- по высоте яруса: $\pm 10\%$;
- по основному элементу леса:
 - высота: $\pm 10\%$;
 - коэффициент состава: ± 2 единицы;
 - возраст лесного насаждения:
 - до 40 лет - ± 10 лет;
 - 40 – 100 лет - ± 20 лет;
 - старше 100 лет - ± 30 лет;
 - полнота древостоя: $\pm 0,2$ ед. полноты;
 - группа типов лесорастительных условий: правильное определение не менее, чем в 75% случаев;
 - класс бонитета: правильное определение не менее, чем в 75% случаев;
 - категория не покрытых лесной растительностью земель: правильное определение не менее, чем в 95% случаев;
 - категория нелесных земель: правильное определение не менее, чем в 95% случаев.

Предельно допустимая величина систематической ошибки определения любого из таксационных показателей не должна превышать (+) или (-) 5%.

Рекомендуемая литература

1. Викторов С.В. и др. Основы теории и методики ландшафтной индикации гидрологических и инженерно-геологических условий в районах осушительной мелиорации. Минск, «Наука и техника», 1979, 216 с.
2. Данюлис Е.П., Осипенко Г.С. и др. Вероятный анализ признаков дешифрирования. В сборнике научных трудов ЛенНИИЛХ «Экономико-математическое моделирование лесохозяйственных мероприятий», Л., 1980, с. 153-160.
3. Дмитриев И.Д., Мурахтанов Е.С., Сухих В.И. Лесная аэрофотосъемка и авиация. М., «Лесная промышленность», 1981, 344 с.
4. Киреев Д.М., Рубцов Н.И. ландшафтный метод лесного дешифрирования аэроснимков. Новосибирск, «Наука», 1976, 320 с.
5. Самойлович Г.Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве. М., «Лесная промышленность», 1964, 488 с.
6. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований Л. Изд-во Ленинградского университета, 1975, 304 с.
7. Сухих В.И., Гусев Н.Н., Данюлис Е.П. Аэрометоды в лесоустройстве М., «Лесная промышленность», 1977, 192 с.
8. Сухих В.И., Сеницын С.Г. и др. Аэрокосмические методы в охране природы и в лесном хозяйстве. М., «Лесная промышленность», 1979, 288с.
9. Березин В.И. Дешифровочные признаки лесных объектов и методы их изучения. М. 1984, 16с.
10. Дмитриев И.Д., Данюлис Е.П., Кропов П.А. Лесотаксационное и лесохозяйственное дешифрирование аэроснимков. Л., 1976, изд. ЛТА, 168с.
11. Алексеев В. А. Оптические свойства и продуктивность некоторых древостоев Северо-Запада европейской части СССР. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Л., изд. ЛТА, 1964.
12. Алексеев В. А., Белов С. В. Спектральная отражательная способность, древесных пород и других объектов аэрофотосъемки Западной Украины. Труды Лаборатории аэрометодов АН СССР, т. X, 1960.
13. Альтер С. П. Об использовании ландшафтного метода при топографическом дешифрировании. Вестник ЛГУ, № 12; серия геол. и географ., 1959.
14. Арцыбашев Е. С. Спектральная отражательная способность древесной растительности и ее связь с дешифровочными свойствами лесных аэроснимков. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. с/х наук. Л., изд. ЛТА, 1958.
15. Белов С. В. Аэрофотосъемка лесов. М.—Л., 1959.
16. Белов С. В. Лесотаксационное дешифрирование аэроснимков. Л., изд. ЛенНИИЛХа, 1971.
17. Белов С. В. Аэрофотосъемка и авиация в лесном хозяйстве. Л., изд. ВЗЛТИ, 1962.
18. Бочаров М. К., Самойлович Г. Г. Математические основы дешифрирования аэроснимков леса. М., «Лесная промышленность», 1964.
19. Брок Г. К. Физические основы фотографии. М., Геоиздат, 1958.
20. Виноградов Б. В. Основные формы аэрофотографического эталонирования растительности и других элементов ландшафта. В сб.: «Вопросы дешифрирования и фотограмметрической обработки аэроснимков». М, - Л., изд-во АН СССР, 1963.
21. Галкина Е. А. Аэрометоды и их значение в развитии ландшафтного болотоведения. Докл. Комиссии аэрофотосъемки и фотограмметрии Геогр. об-ва СССР, вып. 6, Л., 1969.
22. Гире Г. И., Исаев А. С., Прокудин Ю. А. Спектральная отражательная способность лиственницы сибирской в связи с физиологическим состоянием дерева. Известия СО АН СССР, серия биолого-мед. наук. № 12, вып. 3, 1965.
23. Дмитриев И. Д., Самойлович Г. Г. Лесная аэрофотосъемка и авиация. Методические указания. Л., изд. ЛТА, 1972.
24. Дмитриев И. Д., Белов С. В., Нефедов П. М. Использование материалов аэрофотосъемки для проектно-испытательских работ по лесосушительной мелиорации. Л., изд. ЛТА, 1974.
25. Иорданский А. Н. Спектральная фотография и спектральные пленки. Труды ЛАЭМ, т. VII, 1959.
26. Киреев Д. М. Ландшафтный подход при лесном дешифрировании аэроснимков.-В сб.: «Аэрофотосъемка и картирование лесов Сибири». М., изд-во СО АН СССР, 1966.
27. Киреев Д. М., Рубцов Н. И. Основные принципы изучения структуры лесного ландшафта с применением материалов аэрофотосъемки.-В сб.: «Вопросы лесоведения», т. 1, Красноярск, изд-во СО АН СССР, 1970.

28. Кропов П. А. Некоторые закономерности варьирования спектральных коэффициентов яркости растительности по сезонам года. Материалы науч.-технич. конфер. Л., изд. ЛТА, 1968.
29. Мажугин И. Н. Изучение полога смешанных и сложных березовых насаждений для целей лесного дешифрирования аэроснимков и аэротаксации лесов. Сб. статей «Учет лесосырьевых ресурсов и устройство лесов». № 3. Л., изд. НТО «Лесной промышленности», 1958.
30. Мелешко К. Е. Выбор зон спектрометрической аэрофотосъемки лесных насаждений. Доклады Комиссии аэросъемки и фотограмметрии Географ, об-ва СССР, вып. 7, Л., 1969.
31. Мирошниченко В. П. Современное состояние теории и практики ландшафтного дешифрирования аэроснимков. - В сб.: «Теория и практика дешифрирования аэроснимков». М.—Л., «Наука», 1966.
32. Моисеев В. С. Пособие для определения по аэроснимкам средних высот и диаметров древостоев элементов леса. Л., изд. ВЗЛТИ, 1958.
33. Наркевич В. И., Юцевич Ю. К. Аппаратура для воздушного фотографирования, физические основы и технические средства аэрометодов. Л., «Наука», 1967.
34. Прокудин Ю. А. Исследование таксационно-морфологических показателей насаждений для совершенствования технологии инвентаризации лесов с аэроснимками. Л., изд. ЛТА, 1968.
35. Пронин А. К. Руководство по дешифрированию лесных аэроснимков. М., Гослестехиздат, 1935.
36. Пронин А. К. Изучение растительности путем аэрофотографирования в разных зонах спектра. Труды Лаборатории аэрометодов АН СССР, т. 1. М.—Л., 1949.
37. Самойлович Г. Г. Полевая практика работы с аэроснимками при таксации леса. Л., изд. ЛТА, 1967.
38. Самойлович Г. Г., Данюлис Е. П. Опыт изучения точности таксационного дешифрирования аэроснимков. Доклады Комиссии аэрофотосъемки и фотограмметрии Географ, об-ва СССР, вып. 7, Л., 1967.
39. Самойлович Г. Г. Особенности технологии инвентаризации лесов с использованием аэроснимков при лесоустройстве. Л., изд. ЛТА, 1972.
40. Синицын С. Г., Ямбург С. Е. Использование цветных спектральных аэроснимков при лесоустройстве. - В сб.: «Лесоустройство за годы Советской власти. М., «Леспроект», 1959.
41. Трунов И. А. Опыт дешифрирования и картирования типов леса Карелии по аэроснимкам ландшафтным методом. Доклады Комиссии аэросъемки и фотограмметрии Географ, об-ва СССР, вып. 3, Л., 1967.
42. Харин Н. Г. Лесохозяйственное дешифрирование аэроснимков. М., «Наука», 1965.
43. Шаронов В. В. Таблицы для расчета природной освещенности и видимости. М.—Л., изд-во АН СССР, 1945.
44. Чуенков В.С. Применение Математической статистики в лесоустройстве. М., 1966.
45. Труды и исследования по лесному хозяйству и лесной промышленности. Выпуск восемнадцатый. , изд-во Лен НИИ, 1931.
46. Рубахин В.Ф. Психологические основы обработки первичной информации. Л.,1974.
47. Данюлис Е.П., Жирин В.М., Сухих В.И., Эльман Р.И. Дистанционное зондирование в лесном хозяйстве. М. 1989.
48. Бардин К.В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М. 1976.
49. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола. 2005.
50. Самойлович Г.Г. Пути применения авиации к различным отраслям лесного дела. изд-во Лен НИИ, 1931.

Архипов Владимир Иванович
Басков Виктор Иванович
Белов Владимир Александрович
Березин Виктор Иванович
Черниковский Дмитрий Михайлович

РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ
(ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ТАКСАТОРУ-ДЕШИФРОВЩИКУ)

Книга 1

Отпечатано в авторской редакции с готового оригинал-макета

Подписано в печать 07.12.2015. Формат А4

Бумага специальная Печать цифровая

Печ. л 18. Тираж 50 экз.

Общество с ограниченной ответственностью «Леспроект» (ООО «Леспроект»), 2015
196084, г.Санкт-Петербург, ул. Заставская, д.33, лит. Ж, офис 315