

ООО «ЛЕСПРОЕКТ»

# **РУКОВОДСТВО ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ**

## **ЧАСТЬ 1**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕСНОГО СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО  
ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ  
(СНИМКОВ)**

## **ЧАСТЬ 2**

**РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ  
СПОСОБОМ**

## **ЧАСТЬ 3**

**УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ МЕТОДАМ В ЛЕСНОМ  
ХОЗЯЙСТВЕ**

## **ЧАСТЬ 4**

**ОСНАЩЕНИЕ АРМ ТАКСАТОРА-ДЕШИФРОВЩИКА**

*Санкт-Петербург  
2021*

Рецензенты: кафедра лесной таксации, лесоустройства и геоинформационных систем ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ им. С.М. Кирова»; зам. директора ФБУ ВНИИЛМ, д.с.-х.н. А.Н. Филипчук

Составители:

ООО «Леспроект»

директор по развитию, кандидат сельскохозяйственных наук **В.И. Архипов**,  
главный инженер **В.И. Басков**,  
начальник учебно-методического отдела **В.А. Белов**,  
начальник отдела научных исследований,  
кандидат сельскохозяйственных наук **В.И. Березин**,  
директор Центра по развитию дистанционных методов в лесном хозяйстве,  
доктор сельскохозяйственных наук **Д.М. Черниковский**

Отв. редактор:

директор Центра по развитию дистанционных методов в лесном хозяйстве,  
доктор сельскохозяйственных наук **Д.М. Черниковский**

## **РУКОВОДСТВО ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ**

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

Методические положения лесного стереоскопического дешифрирования аэрокосмических изображений (снимков) – Часть 1 – содержат основные методические подходы к выполнению таксации лесов дешифровочным способом. Методические положения предназначены для специалистов-дешифровщиков и других заинтересованных лиц, основным направлением трудовой деятельности которых является применение аэрокосмических средств и методов дистанционного зондирования Земли в лесном, лесопарковом хозяйстве и ландшафтной архитектуре.

Рабочие правила по таксации лесов дешифровочным способом – Часть 2 – окажут практическую пользу специалистам–дешифровщикам, выполняющим лесоучетные работы на основе и с применением современных высокоинформативных материалов цифровых аэрокосмических съемок, а также специалистам заинтересованных отраслей знаний при выполнении различного рода научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

## Оглавление

ЧАСТЬ 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕСНОГО СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ (СНИМКОВ) .....	4
Введение .....	4
1.1. Предварительное изучение объекта таксации с составлением таблиц встречаемости лесных насаждений .....	5
1.2. Изучение (анализ) признаков дешифрирования .....	6
1.3. Таксационно-дешифровочная тренировка .....	8
1.4. Дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков) .....	9
1.4.1. <i>Контурное дешифрирование</i> .....	10
1.4.2. <i>Аналитическое дешифрирование</i> .....	11
1.4.3. <i>Измерительное дешифрирование</i> .....	12
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	13
ЧАСТЬ 2. РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ .....	25
Введение .....	25
2.1. Содержание работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом .....	25
2.2. Сведения о параметрах и информационных свойствах стереоскопических аэроизображений (снимков), используемых при дешифровочном способе таксации лесов .....	26
2.3. Обобщенные требования к оснащению специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика .....	26
2.4. Подготовка материалов аэрокосмосъемки .....	28
2.4.1. <i>Особенности материалов съемки камерой VisionMap A3</i> .....	28
2.4.2. <i>Создание проекта в Photomod для обработки материалов VisionMap A3</i> .....	29
2.4.3. <i>Загрузка изображений в проект</i> .....	30
2.4.5. <i>Синхронизация проекта</i> .....	31
2.4.6. <i>Радиометрическая коррекция</i> .....	32
2.5. Стереопросмотр изображений .....	37
2.6. Создание векторных объектов .....	41
2.6.1. <i>Загрузка векторных и растровых слоев в проект. Управление слоями</i> ..	41
2.6.2. <i>Создание границ выделов</i> .....	43
2.7. Изучение и анализ признаков дешифрирования .....	50
2.7.1. <i>Классификация признаков дешифрирования</i> .....	50
2.7.2. <i>Камеральный анализ признаков дешифрирования</i> .....	52
2.7.3. <i>Изучение ландшафтных признаков дешифрирования</i> .....	58
2.8. Дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков) .....	61
2.8.1. <i>Контурное стереоскопическое дешифрирование</i> .....	61
2.8.2. <i>Определение основных таксационных показателей выдела</i> .....	65
2.9. Контроль лесного стереоскопического дешифрирования с оценкой качества таксации (точности) .....	83
ЧАСТЬ 3. УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ МЕТОДАМ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	86
ЧАСТЬ 4. ОСНАЩЕНИЕ АРМ ТАКСАТОРА-ДЕШИФРОВЩИКА .....	93
Рекомендуемая литература .....	95

# ЧАСТЬ 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕСНОГО СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ (СНИМКОВ)

## Введение

Лесное стереоскопическое дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков) при таксации лесов дешифровочным способом проводится в целях установления границ таксационных выделов, определения категорий покрытых и не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных земель, их характеристик и таксационных показателей лесных насаждений. Установление границ лесотаксационных выделов (контурное дешифрирование) базируется на принципах и методических положениях, аналогичных определению таксационных показателей (таксационное дешифрирование), поскольку при разграничении лесного квартала на выделы необходимо оценить таксационные характеристики оконтуриваемых выделов и различия между ними.

К стереоскопическому дешифрированию аэрокосмических изображений (снимков) допускаются таксаторы, обладающие хорошим стереоскопическим зрением, владеющие методами контурного, аналитического и измерительного дешифрирования, изучившие местные лесорастительные условия и особенности строения и роста дешифрируемых насаждений. Поэтому все таксаторы должны пройти специальную курсовую подготовку и перед дешифрированием каждого объекта – подробно ознакомиться с местными лесорастительными особенностями и встречаемостью типичных в объекте таксации (модальных) лесных насаждений.

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

- виды материалов ДЗЗ – как правило, цветные спектрзональные (мультиспектральные) стереоскопические цифровые аэрокосмические изображения (снимки) (спектральные каналы R, G, B, NIR);
- пространственное разрешение – не ниже 0,5 м;
- продольное перекрытие изображений (снимков) 56-60%;
- поперечное перекрытие изображений (снимков) – 10-15 %;
- высота Солнца в период аэрокосмосъемки – не менее 25°;
- давность материалов съемки – не более 3 лет.

Содержание работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом состоит из следующих этапов:

- предварительное изучение объекта таксации с составлением таблиц встречаемости лесных насаждений;
- наземный и камеральный анализ признаков дешифрирования лесных насаждений и других категорий земель с составлением таблиц вероятностных оценок признаков дешифрирования и поэтапного процесса распознавания древесных пород (древостоев элементов леса);

- полевая и камеральная таксационно-дешифровочная тренировка исполнителей;
- контрольное дешифрирование, оформление допуска исполнителей к контурному и таксационному лесному дешифрированию;
- определение границ (контуров) выделов и таксационных показателей дешифровочным способом таксации.

### **1.1. Предварительное изучение объекта таксации с составлением таблиц встречаемости лесных насаждений**

Изучение объекта таксации проводится с целью ознакомления исполнителей с местными лесорастительными условиями, особенностями роста и строения лесных насаждений, а также в целях сбора материалов для анализа признаков дешифрирования, составления вспомогательных таблиц и таксационно-дешифровочной тренировки исполнителей.

Для изучения местных лесорастительных условий и особенностей строения лесных насаждений используются материалы последнего лесоустройства и имеющаяся региональная нормативно-справочная информация.

Для выявления степени представленности лесных насаждений с преобладанием различных древесных пород (древостоев элементов леса), оценки их разнообразия по составу, возрасту, классам бонитета, полнотам, группам типов леса составляются таблицы встречаемости насаждений на основе материалов последнего лесоустройства или сведений ГЛР по формам, приведенным в Приложении 1. Таблицы встречаемости составляются по объекту таксации в целом или по его однородным частям, если резко выражена неравномерность распределения различных категорий лесных насаждений по площади объекта работ.

По данным таблиц встречаемости устанавливается, какие лесные насаждения в разрезе преобладающих пород (древостоев элементов леса), классов бонитета, групп возраста и полнот являются наиболее распространенными в объекте работ, а также выявляется степень изменчивости (варьирования) таксационных показателей в этих лесных насаждениях.

Для таксационно-дешифровочной тренировки таксаторов и ее контроля закладывается специальный учебно-тренировочный таксационно-дешифровочный полигон в составе объектов (учетных единиц) обучающей выборки: таксационно-дешифровочных пробных площадей, выделов с выборочной измерительно-перечислительной таксацией и контрольного маршрутного таксационно-дешифровочного хода.

Составленные таблицы встречаемости позволяют по наиболее представленным группам лесных насаждений (типичным для объекта таксации, модальным) равномерно распределить закладываемые на учебно-тренировочном таксационно-дешифровочном полигоне объекты обучающей выборки: таксационно-дешифровочные пробные площади и выделы с выборочной измерительно-перечислительной таксацией.

Общее количество таксационно-дешифровочных пробных площадей и выделов с выборочной измерительно-перечислительной таксацией определяется на основе составленных таблиц встречаемости лесных

насаждений из расчета закладки 2-6 шт. единиц обучающей выборки на каждую преобладающую породу (древостой элемента леса), с равномерным распределением их по основным группам возраста и другим таксационным показателям. Все пробные площади и таксационные выделы учебно-тренировочного таксационно-дешифровочного полигона закладываются в соответствии с требованиями к таксационно-дешифровочным пробным площадям действующего ОСТ-56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» или требованиями вновь установленных других соответствующих отраслевых стандартов.

В целях проведения на завершающем этапе тренировки контрольного дешифрирования на полигоне закладывается контрольный маршрутный таксационно-дешифровочный ход. На нем должно быть протаксировано глазомерно-измерительным способом (точность по запасу  $\pm 15\%$ ) не менее 50 таксационных выделов.

## **1.2. Изучение (анализ) 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, класса бонитета, группы типов леса и типов лесорастительных условий и т.д.), категорий не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных земель используются следующие классы признаков дешифрирования:

- фотометрические, т.е. цвета на цветных спектральных изображениях (снимках), отражающие различия в спектральной яркости (коэффициентах спектральной яркости) лесных объектов;
- морфологические, отражающие морфологическую структуру объектов, т.е. формы, размеры крон, промежутков между ними, структуру полога насаждений, а также дешифровочные 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 (древостоев элементов леса), в зависимости от геоморфологической структуры ландшафта.

Анализ фотометрических и морфологических признаков дешифрирования производится в полевых (наземный анализ) и камеральных (камеральный анализ) условиях на таксационно-дешифровочных пробных площадях и выделах с выборочной измерительно-перечислительной таксацией, точно опознанных и нанесенных на аэрокосмические изображения (снимки).

Основной задачей наземного анализа является установление признаков дешифрирования, обеспечивающих определение путем дешифрирования выдельных таксационных характеристик лесов с требуемой нормативной точностью. Для анализа отбирается по 2-6 пробных площадей или выделов с выборочной измерительно-перечислительной таксацией каждой

преобладающей породы (древостоя элемента леса), характеризующих основные группы возраста, представленные в объекте работ. Результаты наземного анализа признаков дешифрирования заполняются по форме Приложения 2.

При камеральном анализе признаков дешифрирования, выполняемом по стереоскопическим изображениям (снимкам), 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 (древостоя элемента леса) и класса возраста анализируемого дерева. Используя Единую шкалу цветов (Приложение 3) и кодовую таблицу признаков дешифрирования (Приложение 4) для каждого дерева оцениваются при стереоскопическом анализе следующие признаки: цвет, форма и размер проекции кроны, форма собственной тени, выпуклость кроны, форма и размеры промежутков между кронами, просматриваемость полога в глубину. Камеральный стереоскопический анализ признаков дешифрирования выполняется в интерактивном режиме по форме Приложения 5.

Анализ перечисленных признаков выполняют все таксаторы, которым предстоит выполнение лесного дешифрирования территории объекта работ.

Алгоритм ручной или автоматической (программной) статистической обработки результатов анализа признаков дешифрирования заключается в следующем:

- Признаки дешифрирования группируются по породам (древостоям элементам леса) и классам возраста. Внутри этих групп сводятся данные встречаемости каждого признака и определяются вероятности их встречаемости (в долях единицы или в %).
- Определяется достоверность распознавания двух пород или древостоев 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.

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

$$Q_{1,2} = Q_1 + (1 - Q_1) \times Q_2;$$
$$Q_{1,2,3} = Q_{1,2} + (1 - Q_{1,2}) \times Q_3.$$

- Результаты анализа признаков дешифрирования группируются по преобладающим породам (древостоям элементов леса), группам возраста или другим группам таксационных показателей. На основании рядов распределения признаков и анализа их информативности составляются

сводные таблицы признаков с пошаговым определением достоверности дешифрирования по форме Приложения 6, в которых исполнителю указывается, на какие признаки дешифрирования необходимо обращать внимание, и в какой последовательности их следует применять при распознавании тех или иных пород или древостоев элементов леса.

При таксации лесов дешифровочным способом по материалам ДЗЗ пространственного разрешения не хуже 0,5 м привлечение ландшафтных признаков дешифрирования является вспомогательным средством получения детальной таксационной характеристики выдела. В таких случаях анализируется приуроченность типов лесорастительных условий, классов бонитета, преобладающих и составляющих пород (древостоев элементов леса) 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, расширенных схем типов леса или путем совместного анализа тематических карт, планов лесонасаждений и таксационных описаний последнего лесоустройства.

### **1.3. Таксационно-дешифровочная тренировка**

Таксационно-дешифровочная тренировка проводится на территории учебно-тренировочного таксационно-дешифровочного полигона в целях подготовки исполнителей к производственному дешифрированию объекта таксации лесов дешифровочным способом, получения и закрепления практических навыков в контурном дешифрировании и определении по выдельным таксационным характеристикам лесных насаждений и других категорий земель путем аналитического и измерительного стереоскопического дешифрирования изображений ДЗЗ. Тренировка проводится в течение 10 дней перед началом производственного дешифрирования аэрокосмических изображений (снимков).

Сначала, на 10-12 пробных площадях, используя признаки дешифрирования, определяют породный состав, группу типов леса и класс возраста лесных насаждений. Оценивая визуально-стереоскопически процент покрытия территории пробной площади проекциями крон деревьев, определяют сомкнутость полога, а затем определяют ее при помощи электронной палетки. После этого, измерительным или другим из известных способов (глазомерно-стереоскопическим, по падающим теням, способом стереоизмерительного сравнения с высотами соседних насаждений и др.) определяют среднюю высоту яруса древостоя и высоты отдельных элементов леса.

После дешифрирования каждой пробной площади все полученные данные сопоставляются с таксационными показателями, полученными по наземным измерениям на объектах обучающей выборки – таксационно-дешифровочных пробных площадях и выделах с выборочной измерительно-перечислительной таксацией древостоев, выявляются ошибки и их причины, отрабатываются способы их устранения.



На заключительном этапе тренировки производится контрольное дешифрирование не менее 25 таксационных выделов, протаксированных глазомерно-измерительным способом вдоль контрольного маршрутного таксационно-дешифровочного хода.

По результатам контрольного дешифрирования по каждому исполнителю составляются сличительные ведомости, дается оценка точности таксации лесов дешифровочным способом и решается вопрос о допуске исполнителя к производственному контурному и таксационному дешифрированию аэрокосмических изображений (снимков) (Приложение 7).

Оценка точности повыведельного стереоскопического дешифрирования и решение вопроса о допуске к лесному дешифрированию выполняются 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:  $\pm 2$  единицы;
  - возраст лесного насаждения:
    - до 40 лет -  $\pm 10$  лет;
    - 40 – 100 лет -  $\pm 20$  лет;
    - старше 100 лет -  $\pm 30$  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%.

#### **1.4. Дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков)**

Лесное дешифрирование является сложным комплексным процессом получения лесоучетной информации по аэрокосмическим изображениям (снимкам).

В методико-технологическом отношении оно подразделяется на дешифрирование контурное и таксационное. Таксационное дешифрирование, в свою очередь, подразделяется на аналитическое и измерительное.

Лесное дешифрирование в целях таксации лесов производится только при стереоскопическом анализе аэрокосмических изображений (снимков).

### *1.4.1. Контурное дешифрирование*

Контурное дешифрирование выполняется поквартально в целях разграничения лесов на таксационные выделы. Для более полного использования информации с аэрокосмических изображений (снимков) и достижения высокого качества работ следует соблюдать строгую последовательность выделения границ выделов, начиная с более простых объектов, с постепенным переходом к более сложным. В связи с этим, общий процесс лесного дешифрирования обычно разделяется на следующие этапы:

- а) общий обзор местности;
- б) выделение топографических объектов;
- в) выделение генерализованных таксационных выделов;
- г) детализация таксационных выделов.

В первую очередь, анализируется вся стереомодель квартала с целью изучения характера рельефа и гидрографии, их строения, геоморфологических особенностей. Определяется общий уклон местности, направление и рисунок водотоков, линии водоразделов. Выясняется общий характер лесных земель, представленность различных категорий лесных насаждений.

На следующем этапе производится дешифрирование топографических объектов; наносятся нечетко видимые дороги, ручьи, отграничиваются сенокосы, пашни, болота, усадьбы. Кроме того выделяются не покрытые лесной растительностью земли: прогалины, пустыри, вырубки и гари, а также нелесные земли.

Последующий этап контурного дешифрирования заключается в предварительном выделении генерализованных таксационных выделов: разделении лесного квартала на крупные лесные участки – генерализованные выделы с четкими границами, как правило, объединяющие несколько таксационных выделов с близкими характеристиками и невыраженными (мало- или плохо заметными) границами.

После выделения крупных генерализованных выделов, имеющих хорошо различимые естественные границы, приступают к последнему этапу контурного дешифрирования – детализации таксационных выделов в соответствии с инструктивно-нормативной и согласованной с Заказчиком работ средней площадью таксационного выдела. При детализации контурного дешифрирования производят тщательный стереоскопический анализ полога лесных насаждений с возможно необходимой максимальной кратностью увеличения масштаба аэрокосмического изображения. В процессе анализа используются фотометрические, морфологические и дополнительно – ландшафтные признаки дешифрирования, вертикальный и горизонтальный масштабы аэрокосмических изображений (снимков). Определяются таксационные характеристики выделов, выявляются различия в составе насаждений, классах возраста преобладающих пород (древостоев элементов леса), средних высотах, группах типов леса, классах бонитета и относительных полнотах. Проводятся границы между выделами. Одновременно с выделением границ выделов производится их нумерация в пределах лесного квартала.

### *1.4.2. Аналитическое дешифрирование*

При аналитическом дешифрировании глазомерно определяются состав, класс возраста и группа типов леса. Относительная полнота определяется на основании глазомерной оценки сомкнутости полога и установленной связи (зависимости) ее с полнотой, древесной породой (породным составом) и высотой лесного насаждения. Высота насаждений в случаях невозможности ее определения путем стереоизмерений определяется глазомерно-стереоскопическим способом, основываясь на вертикальном масштабе стереомодели или другим из известных способов.

При аналитическом дешифрировании рекомендуется придерживаться следующей последовательности определения таксационных показателей.

Дешифрирование начинают с определения состава насаждений. При этом в первую очередь определяется группа пород (хозяйство), преобладающая порода (древостой элемента леса), потом – её коэффициент в составе и доли участия других пород. Древесные породы распознаются на основе анализа совокупности признаков дешифрирования, нашедших отражение на аэрокосмических изображениях (снимках) (различия в цвете, форме крон, строении полога и т.д.), с использованием имеющихся таблиц признаков дешифрирования.

После определения состава определяется средняя высота яруса и высоты элементов леса на основе глазомерно-стереоскопического дешифрирования или измерений разности продольных параллаксов в порядке, предусмотренном в разделе 2.8.2. При этом в лесных насаждениях из древесных пород, образующих ровный полог, как правило, высоты отдельных элементов леса определяются путем сопоставления их с высотой полога (яруса) и с учетом величины разности высот между ними. Кроме того, результаты контролируются и уточняются путем самостоятельного определения или измерения высот элементов леса. В изреженных насаждениях или в насаждениях из пород, не образующих выраженного полога, у которых высоты резко различаются между собой, производится измерение высот по каждому элементу леса в отдельности. При этом измеряются высоты 4-6 деревьев каждого элемента леса и в качестве средней высоты принимается среднее арифметическое значение этих измерений. Средняя высота яруса определяется как средневзвешенная по коэффициентам состава лесного насаждения.

Относительная полнота определяется глазомерно-стереоскопическим способом с учетом ее статистически установленной связи с сомкнутостью полога, густотой насаждения и просматриваемостью в глубину. Сомкнутость полога определяется при помощи квадратных, точечных палеток или глазомерно-аналитическим путем.

Средний диаметр элементов леса и запас на 1 га лесного насаждения определяются при помощи вспомогательных таблиц или графиков, составленных на основе региональных уравнений статистической связи, выражающих зависимость их от дешифрируемых показателей (высоты, относительной полноты, сомкнутости полога, диаметра крон).

После определения основных количественных показателей дешифрируются возраст лесного насаждения, класс бонитета, группа типов

леса и тип лесорастительных условий). Как правило, первым из них определяется показатель, который дешифрируется с наибольшей уверенностью.

Правильное определение класса бонитета и типа леса (типа лесорастительных условий) обеспечивает более достоверное дешифрирование других таксационных показателей. Для уверенного определения классов бонитета и типов леса необходимо предварительно хорошо изучить расширенную схему типов леса по объекту работ, проанализировать приуроченность типов лесорастительных условий, классов бонитета, преобладающих и сопутствующих пород к формам и элементам рельефа, гидрографии, высоте над уровнем моря, крутизне и экспозиции склонов. Вспомогательными средствами при определении этих показателей могут служить тематические карты, материалы прошлого лесоустройства и карточки наземного анализа признаков дешифрирования, проведенного на объектах обучающей выборки (учебно-тренировочном таксационно-дешифровочном полигоне). В процессе совместного анализа перечисленных материалов устанавливаются взаимосвязи для преобладающих пород в разрезе групп классов бонитета и групп типов лесорастительных условий.

#### *1.4.3. Измерительное дешифрирование*

Путем измерительного дешифрирования возможно определение состава лесного насаждения таксационного выдела. При этом формула состава устанавливается подсчетом горизонтальных проекций крон деревьев по каждой породе, последующим попородным измерением средних диаметров проекций крон и высот деревьев и, на основе установленных статистических зависимостей, определяется формула состава лесного насаждения выдела с поправкой на часть лесного насаждения, не получившую отображения на материалах съемки. Эта работа выполняется на 1-3 круговых площадках определенного диаметра, размещаемых в характерных местах изображения выдела на материалах съемки. Состав части лесного насаждения, не получившей отображения на материалах съемки, определяется опытным путем с использованием данных обучающей выборки учебно-тренировочного таксационно-дешифровочного полигона.

Важнейшим показателем, измеряемым по аэрокосмическим изображениям (снимкам), является высота отдельных деревьев, элементов леса и яруса насаждений.

Измерительный способ определения высоты древостоев основан на измерении разности продольных параллаксов в стереорежиме на основе специализированного программного обеспечения.

Такие измеряемые показатели, как диаметр проекции крон, сомкнутость полога, количество деревьев не входят в число показателей, составляющих таксационную характеристику лесных насаждений. Но они используются как дешифровочные показатели в процессе аналитического таксационного дешифрирования и в качестве аргументов в уравнениях взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями. Измерения этих показателей выполняются при помощи электронных масштабных линеек и палеток.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### ФОРМЫ (ПРИМЕРЫ) ТАБЛИЦ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

Таблица 1 - Встречаемость лесных насаждений по преобладающим породам (элементам леса) и классам бонитета, %

Преобладающая порода (элемент леса)	Класс бонитета						Итого
	1	2	3	4	5	5А	
							100
							100
							100

Таблица 2 - Встречаемость лесных насаждений по преобладающим породам (элементам леса) и группам возраста, %

Преобладающая порода (элемент леса)	Группа возраста				Итого
	молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные	
					100
					100
					100

Таблица 3 - Встречаемость лесных насаждений по преобладающим породам (элементам леса) и относительным полнотам, %

Преобладающая порода (элемент леса)	Относительная полнота								Итого
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
									100
									100
									100

Таблица 4 - Встречаемость лесных насаждений по преобладающим породам (элементам леса) по подгруппам (породам, классам бонитетов, группам возраста, относительным полнотам), %

Преобладающие породы (элементы леса) и классы бонитета	Средневозрастные и приспевающие		Спелые и перестойные		Итого
	0.5-0.7	0.8-1.0	0.5-0.7	0.8-1.0	
<b>Порода 1</b>					
1-2 класс бонитета					100
3-4 класс бонитета					100
<b>Порода 2</b>					
1-2 класс бонитета					100
3-4 класс бонитета					100
<b>Порода 3</b>					
1-2 класс бонитета					100
3-4 класс бонитета					100

## КАРТОЧКА НАЗЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИЗНАКОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Субъект Российской

Федерации: \_\_\_\_\_

Лесничество: \_\_\_\_\_ Участковое лесничество: \_\_\_\_\_

№ квартала: \_\_\_\_\_

№ выдела: \_\_\_\_\_

№ пробной площади

(выдела): \_\_\_\_\_

№ изображений

стереопары: \_\_\_\_\_

Дата и время съемки \_\_\_\_\_

(число) (месяц) (год)

Фокусное расстояние камеры (сенсора), *пиксел/мм*:

\_\_\_\_\_

Пространственное разрешение

изображения, *м*: \_\_\_\_\_

% продольного перекрытия: \_\_\_\_\_

% поперечного

перекрытия: \_\_\_\_\_

Широта местности: \_\_\_\_\_

Высота Солнца: \_\_\_\_\_

Дата выполнения анализа признаков дешифрирования \_\_\_\_\_

(число) (месяц) (год)

Инженер-таксатор \_\_\_\_\_

(ФИО)

(подпись)

Таксационная характеристика								Данные для дешифровочной характеристики								
элементы леса			яруса					преобл. возраста	кл. бони- тета	состав верхней части полога	ср. высота деревьев верхнего полога	степень сомкнутости полога	для элементов леса средние			Густота крон
порода	средние $\frac{H}{D}$	отгм. о быв. рубке	№ яруса	состав, возраст	ср. H, м	относит. полнота	запас, м <sup>3</sup>	тип леса	Дк, м				H дк, м	L кр, м		

Характеристика подроста: \_\_\_\_\_

подлеска: \_\_\_\_\_

покрова: \_\_\_\_\_

ПОЧВЫ: \_\_\_\_\_

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ХАРАКТЕР ИЗОБРАЖЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ

Вопросы подлежащие анализу	В натуре	На снимке
<p><b>1.</b> В натуре характерные (типичные) формы крон разных пород в насаждении и формы верхних частей крон деревьев. Формы проекций крон (в плане) для разных пород (при виде снизу вверх).</p> <p><b>На снимке</b> различаются ли на снимках очертания крон заметно ли различие освещенных и затененных сторон крон, степень выпуклости крон (ясно выпуклы, слабо выпуклы, плоские и другие).</p>		
<p><b>2.</b> В натуре разница в цвете листвы хвой, фенологического состояния и густоты крон различных древесных пород (в момент наблюдения).</p> <p><b>На снимке</b> различаемость тонов или цветов крон различных древесных пород.</p>		
<p><b>3.</b> В натуре различие в средних и наибольших диаметрах крон, высотах наибольшей ширины их и длине крон различных древесных пород, составляющих верхнюю часть полога насаждений.</p> <p><b>На снимке</b> различие в размерах крон различных древесных пород, видимых на снимках и соотношения между ними. Возможно ли по разнице, по форме и величине крон судить о доле примеси пород к преобладающей породе и о возрасте древостоев, по поколениям леса.</p>		
<p><b>4.</b> В натуре разница в высотах между древесными породами в верхней части полога насаждения (которая может найти изображения на снимке).</p> <p><b>На снимке</b> заметна ли разновысотность между деревьями одной или разных пород поколений леса в видимой на снимке части полога насаждения и стереоскопические высоты их.</p>		
<p><b>5.</b> В натуре характер расположения деревьев (основного и второго ярусов) по площади участка и в пологе насаждения (равномерно, группами, куртинно, беспорядочно и др.) и степень участия различных пород в образовании его.</p> <p><b>На снимке</b> общий вид полога насаждения и характер взаимного расположения деревьев в нем. «Дешифровочный» состав и заметность второго яруса. Признаки для дешифрирования по снимкам состава насаждений и возраста.</p>		
<p><b>6.</b> В натуре особенности строения полога насаждений, соотношение между площадями проекций крон деревьев и промежутков между ними. Степень сомкнутости полога.</p> <p><b>На снимке</b> степень заметности крон деревьев, соотношение между размерами крон и промежутками между ними. Степень сомкнутости полога по снимкам, связь ее с полнотой и стереоскопической просматриваемостью насаждений, в глубину. Признаки для дешифрирования по снимкам полноты насаждений.</p>		



<p><b>7.</b> В натуре особенности условий местопроизрастания и местоположения. Положение и рельеф местности. <b>На снимке</b> признаки для дешифрирования по снимкам классов бонитета.</p>		
<p><b>8.</b> В натуре схематическое изображение или описание «профиля» насаждения при виде сбоку (в вертикальной плоскости) с нанесением характерных форм крон, взаимного расположения деревьев разных пород в насаждении. <b>На снимке</b> общие сводные признаки для дешифрирования таксационных показателей насаждений, (состава, возраста, полноты, классов бонитета, типа леса).</p>		
<p><b>9.</b> В натуре особенности строения полога насаждений, соотношение между площадями проекций крон деревьев и промежутков между ними. Степень сомкнутости полога. <b>На снимке</b> степень заметности крон деревьев, соотношение между размерами крон и промежутками между ними. Степень сомкнутости полога по снимкам, связь ее с полнотой и стереоскопической просматриваемостью насаждений, в глубину. Признаки для дешифрирования по снимкам полноты насаждений.</p>		
<p><b>10.</b> В натуре особенности условий местопроизрастания и местоположения. Положение и рельеф местности. <b>На снимке</b> признаки для дешифрирования по снимкам классов бонитета.</p>		
<p><b>11.</b> В натуре схематическое изображение или описание «профиля» насаждения при виде сбоку (в вертикальной плоскости) с нанесением характерных форм крон, взаимного расположения деревьев разных пород в насаждении. <b>На снимке</b> общие сводные признаки для дешифрирования таксационных показателей насаждений, (состава, возраста, полноты, классов бонитета, типа леса).</p>		

**ЕДИНАЯ ШКАЛА ЦВЕТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ ДЗЗ**

Ф	С	Г	С-3-1	С-3-2	З	Ж-3-1	Ж-3-2	Ж	Ж-О	О	К	П	Серый
1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	
2	9	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
3	10	17	24	31	38	45	52	59	66	73	80	87	94
4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81	88	95
5	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	89	96
6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	97
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98

**ЦИФРОВАЯ СХЕМА СМЕШЕНИЯ ЦВЕТОВ (R, G, B)**

**ЕДИНОЙ ШКАЛЫ ЦВЕТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ ДЗЗ**

	Ф			С			Г			С-3-1			С-3-2			З			Ж-3-1			Ж-3-2			Ж			Ж-О			О			К			П			Серый		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B						
1	40	0	75	0	0	85	1	62	87	1	63	49	29	89	42	0	85	0	70	105	20	123	127	41	140	140	0	170	114	2	188	54	0	150	0	0	150	1	65	0	0	0
2	86	2	156	0	0	170	2	92	132	1	107	84	0	130	70	0	134	0	74	149	0	135	163	47	185	165	0	206	138	2	222	63	0	200	0	0	184	1	80	75	75	75
3	121	2	220	0	0	255	2	143	206	2	162	128	0	188	112	0	188	0	96	192	0	155	205	20	214	209	0	235	158	3	255	80	15	230	0	0	225	1	95	100	100	100
4	153	18	254	85	85	255	45	190	253	2	208	164	0	230	131	0	222	0	115	230	0	178	235	50	244	238	0	252	176	24	255	115	60	255	50	50	255	20	125	130	130	130
5	191	105	255	143	143	255	107	210	254	2	248	189	113	255	194	93	255	93	136	255	17	195	245	120	255	255	97	253	198	89	255	145	100	255	105	105	255	105	170	170	170	170
6	217	167	255	190	190	255	171	230	254	156	254	233	185	255	225	149	255	149	191	255	128	210	255	175	255	255	150	255	223	159	255	175	145	255	160	160	255	180	220	210	210	210
7	245	218	255	225	225	255	221	245	255	213	255	245	225	255	225	213	255	213	234	255	213	240	250	215	255	255	210	255	240	209	255	222	209	255	210	210	255	220	240	245	245	245
	7			14			21			28			35			42			49			56			63			70			77			84			91			98		

**R** – красный, **G** – зеленый, **B** – синий.

**Ф** – фиолетовый, **С** – синий, **Г** – голубой, **С-3-1** – сине-зеленый первый, **С-3-2** – сине-зеленый второй  
**З** – зеленый, **Ж-3-1** – желто-зеленый первый, **Ж-3-2** – желто-зеленый второй, **Ж** – желтый,  
**Ж-О** – желто-оранжевый, **О** – оранжевый, **К** – красный, **П** – пурпурный.

**КОДОВАЯ ТАБЛИЦА ПРИЗНАКОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ**

1. ЦВЕТ  
определяется по Единой шкале цветов (см. Приложение 3)
2. ФОРМА ПРОЕКЦИЙ КРОН
  - 1) округлая
  - 2) неправильно-округлая
  - 3) эллипсовидная
  - 4) однобоко-вытянутая
  - 5) угловатая
  - 6) узорчатая
  - 7) не выражена
3. ФОРМА СОБСТВЕННОЙ ТЕНИ:
  - 8) треугольная
  - 9) серповидная
  - 10) овальная
  - 11) форма не выражена
  - 12) не заметна
4. ВЫПУКЛОСТЬ КРОНЫ:
  - 1) остроконечная (шиловидная)
  - 2) ясно выражена
  - 3) слабо заметна
  - 4) крона плоская
5. РАЗМЕРЫ ПРОЕКЦИЙ КРОНЫ:  
измеряются линейкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях
6. ФОРМА ПРОМЕЖУТКОВ:
  - 1) округлая
  - 2) неправильно-округлая
  - 3) эллипсовидная
  - 4) однобоко-вытянутая
  - 5) угловатая
  - 6) узорчатая
  - 7) не выражена
  - 8) не видна
7. РАЗМЕРЫ ПРОМЕЖУТКОВ:  
измеряются линейкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях
8. ПРОСМАТРИВАЕМОСТЬ В ГЛУБИНУ (в пределах промежутка):
  - 1) полог плотный (просматривается не более 1/3 высоты полога)
  - 2) просматриваемость средняя (до 1/2 высоты)
  - 3) просматривается хорошо (до земной поверхности)



**ПРИЗНАКИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД  
ПО СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫМ ЦИФРОВЫМ АЭРОИЗОБРАЖЕНИЯМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО  
РАЗРЕШЕНИЯ 0,3 м (фрагмент)**

Преобладающая порода	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность ( $Q$ )
<b>Сосна</b> - 1100 деревьев	<p><u>Цвет</u>: Желтый-1 - <math>P = 37\%</math>, Желто-зеленый1-1 - <math>P = 34\%</math>, Желто-зеленый1-2- <math>P = 27\%</math></p> <p><u>Проекция крон в плане</u>: Округлая - <math>P = 41\%</math>, Неправильно-округлая - <math>P = 37\%</math></p> <p><u>Падающая тень</u>: Не заметна - <math>P = 68\%</math>, Форма не выражена - <math>P = 19\%</math></p> <p><u>Выпуклость кроны</u>: Ясно выражена - <math>P = 66\%</math>, Остроконечная - <math>P = 26\%</math></p> <p><u>Размеры проекций кроны</u>: 2,5-3,5 м - <math>P = 32\%</math>, 3,5-4,5 м - <math>P = 27\%</math>, 1,5-2,5 м - <math>P = 21\%</math></p> <p><u>Форма промежутков</u>: Неправильно округлая - <math>P = 48\%</math>, Однобоко-вытянутая - <math>P = 26\%</math></p> <p><u>Размер промежутков</u>: 1,5-2,5 м - <math>P = 46\%</math>, 0-1,5 м - <math>P = 20\%</math>, 2,5-3,5 м - <math>P = 19\%</math></p> <p><u>Просматриваемость в глубину</u>: Просматривается хорошо - <math>P = 96\%</math></p> <p><u>Цвет промежутков</u>: Зеленый-1 - <math>P = 63\%</math>, Серый-1 - <math>P = 20\%</math>,</p> <p><u>Собственная тень</u>: Треугольная - <math>P = 57\%</math>, Не выражена - <math>P = 20\%</math>, Серповидная - <math>P = 12\%</math></p>	<p>Отличается от:</p> <p><b>Березы</b> по цвету изображения крон и собственной тени - <math>Q = 0,87</math>;</p> <p><b>Ели</b> по выпуклости крон, форме промежутков и цвету изображения крон - <math>Q = 0,96</math>;</p> <p><b>Осины</b> безошибочно по цвету изображения крон - <math>Q = 1,00</math>.</p>
<b>Береза</b> - 356 деревьев	<p><u>Цвет</u>: Желтый-1 - <math>P = 61\%</math>, Желтый-2 - <math>P = 35\%</math></p> <p><u>Проекция крон в плане</u>: Неправильно-округлая - <math>P = 43\%</math>, Округлая - <math>P = 26\%</math>, Эллипсовидная - <math>P = 11\%</math>, Однобоко-вытянутая - <math>P = 11\%</math></p> <p><u>Падающая тень</u>: Не заметна - <math>P = 65\%</math>, Форма не выражена - <math>P = 23\%</math></p> <p><u>Выпуклость кроны</u>: Ясно выражена - <math>P = 82\%</math>, Слабо заметна - <math>P = 11\%</math></p> <p><u>Размеры проекций кроны</u>: 3,5-4,5 м - <math>P = 36\%</math>, 2,5-3,5 м - <math>P = 25\%</math>, 4,5-5,5 м - <math>P = 18\%</math></p> <p><u>Форма промежутков</u>: Однобоко-вытянутая - <math>P = 32\%</math>, Неправильно округлая - <math>P = 26\%</math>, Узорчатая - <math>P = 18\%</math></p> <p><u>Размер промежутков</u>: 1,5-2,5 м - <math>P = 52\%</math>, 0-1,5 м - <math>P = 22\%</math>, 2,5-3,5 м - <math>P = 16\%</math></p> <p><u>Просматриваемость в глубину</u>: Просматривается хорошо - <math>P = 94\%</math></p> <p><u>Цвет промежутков</u>: Зеленый-1 - <math>P = 48\%</math>, Серый-1 - <math>P = 39\%</math></p> <p><u>Собственная тень</u>: Не выражена - <math>P = 45\%</math>, Треугольная - <math>P = 29\%</math>, Серповидная - <math>P = 16\%</math></p>	<p>Отличается от:</p> <p><b>Сосны</b> по цвету изображения крон и собственной тени - <math>Q = 0,87</math>;</p> <p><b>Ели</b> по выпуклости крон, форме промежутков и цвету изображения крон - <math>Q = 0,96</math>;</p> <p><b>Осина</b> по цвету изображения крон и размеру проекций кроны - <math>Q = 0,96</math>.</p>

Преобладающая порода	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность (Q)
<b>Ель</b> - 319 деревьев	<u>Цвет:</u> Желто-зеленый1-1 - P = 63%, Желтый-1 - P = 35% <u>Проекция крон в плане:</u> Округлая - P = 30%, Угловатая - P = 28%, Неправильно-округлая - P = 23% <u>Падающая тень:</u> Не заметна - P = 49%, Треугольная - P = 28%, Форма не выражена - P = 23% <u>Выпуклость кроны:</u> Остроконечная - P = 95% <u>Размеры проекций кроны:</u> 3,5-4,5 м - P = 30%, 2,5-3,5 м - P = 26%, 1,5-2,5 м - P = 23%, 4,5-5,5 м - P = 14% <u>Форма промежутков:</u> Однобоко-вытянутая-P= 42%, Угловатая-P = 28%, Неправильно округлая-P=16% <u>Размер промежутков:</u> 1,5-2,5 м - P = 37%, 2,5-3,5 м - P = 23%, 3,5-4,5 м - P = 19% <u>Просматриваемость в глубину:</u> Просматривается хорошо-P= 81%, Просматриваемость средняя-P= 19% <u>Цвет промежутков:</u> Зеленый-1 - P = 49%, Серый-1 - P = 37% <u>Собственная тень:</u> Треугольная - P = 77%	Отличается от: <b><u>Сосны</u></b> по выпуклости крон, форме промежутков и цвету изображения крон - Q = 0,96 <b><u>Береза</u></b> по выпуклости крон, форме промежутков и цвету изображения крон - Q = 0,99 <b><u>Осины</u></b> безошибочно по цвету изображения крон - Q = 1,00.

Преобладающая порода	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность (Q)
<b>Осина</b> - 216 деревьев	<u>Цвет:</u> Желто-оранжевый-1 - P = 71%, Желтый-2 - P = 29% <u>Проекция крон в плане:</u> Неправильно-округлая - P = 43%, Однобоко-вытянутая - P = 14%, Эллипсовидная - P = 14%, Угловатая - P = 14%, Узорчатая - P = 14% <u>Падающая тень:</u> Не заметна - P = 57%, Форма не выражена - P = 0,43% <u>Выпуклость кроны:</u> Слабо заметна - P = 57%, Ясно выражена - P = 29%, Крона плоская - P = 14%. <u>Размеры проекций кроны:</u> 6,5-7,5 м - P = 43%, 9,5-10,5 м - P = 14%, 2,5-3,5 м - P = 14%, 3,5-4,5 м - P = 14%, 5,5-6,5 м - P = 14% <u>Форма промежутков:</u> Однобоко-вытянутая - P = 57%, Узорчатая - P = 43% <u>Размер промежутков:</u> 4,5-5,5 м - P = 43%, 3,5-4,5 м - P = 14%, 0-1,5 м - P = 14%, 1,5-2,5 м - P = 14%, 2,5-3,5 м - P = 14% <u>Просматриваемость в глубину:</u> Просматривается хорошо - P = 71%, Просматриваемость средняя - P = 29% <u>Цвет промежутков:</u> Серый-1 - P = 57%, Зеленый-1 - P = 43% <u>Собственная тень:</u> Не выражена - P = 43%, Овальная - P = 29%, Не заметна - P = 14%, Серповидная - P = 14%	Отличается от: <b>Сосны:</b> безошибочно по цвету изображения крон - Q = 1,00 <b>Березы:</b> по цвету изображения крон и размеру проекций кроны - Q = 0,96 <b>Ели:</b> безошибочно по цвету изображения крон - Q = 1,00.

## СЛИЧИТЕЛЬНАЯ ВЕДОМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНОЙ ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ

Субъект Российской Федерации: \_\_\_\_\_

Лесничество: \_\_\_\_\_ Участковое лесничество: \_\_\_\_\_

№ квартала: \_\_\_\_\_

Дата проведения контрольного дешифрирования \_\_\_\_\_

Инженер-таксатор \_\_\_\_\_

№№ по порядку	№ квартала	№ выдела	Преобладающая порода	Таксационные показатели																				
				коэффициент состава, ед. сост.			возраст, лет			высота, м			полнота, ед. полноты			запас на 1 га, м <sup>3</sup>			класс бонитета			группа типов леса		
				К	Т	откл., (+) (-)	К	Т	откл., (+) (-)	К	Т	откл., (+) (-) %	К	Т	откл., (+) (-)	К	Т	откл., (+) (-) %	К	Т	откл., (+) (-)	К	Т	откл., (+) (-)
1																								
2																								
...																								
25																								
<b>% случаев с допустимым отклонением</b>				X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
<b>Систематические ошибки, %</b>				X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	

Решение о допуске к производственной таксации \_\_\_\_\_

Рекомендации для получения допуска к производственной таксации \_\_\_\_\_

Руководитель тренировки \_\_\_\_\_ (должность) \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (расшифровка подписи) Дата \_\_\_\_\_ (число) \_\_\_\_\_ (месяц) \_\_\_\_\_ (год)

Ознакомлен: \_\_\_\_\_ (должность) \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (расшифровка подписи) Дата \_\_\_\_\_ (число) \_\_\_\_\_ (месяц) \_\_\_\_\_ (год)



## **ЧАСТЬ 2. РАБОЧИЕ ПРАВИЛА ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ**

### **Введение**

Лесное дешифрирование является сложным комплексным процессом получения лесоучетной информации по аэрокосмическим изображениям (снимкам). В методико-технологическом отношении оно подразделяется на дешифрирование контурное и таксационное. Таксационное дешифрирование, в свою очередь, подразделяется на аналитическое и измерительное.

Лесное дешифрирование в целях таксации леса производится только при стереоскопическом анализе аэрокосмических изображений (снимков) в соответствии с «Методическими положениями лесного стереоскопического дешифрирования аэрокосмических изображений (снимков)» (Часть 1), являющимися универсальным инструментом получения объективных количественных и качественных характеристик лесотаксационных выделов.

Настоящие рабочие правила подготовлены в качестве практического пособия таксатору-дешифровщику при выполнении таксации лесов Российской Федерации дешифровочным способом по материалам аэросъемки, полученным высокопроизводительной широкоформатной камерой Vision Map A3.

Рабочие правила рекомендуются к применению при таксации лесов дешифровочным способом по материалам сверхкрупномасштабной цветной спектральной стереоскопической аэрокосмической съемки пространственного разрешения не ниже 0,5 м, полученным аэрокосмическими камерами (сенсорами) с аналогичными физико-техническими характеристиками.

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

### **2.1. Содержание работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом**

Этапы работ по стереоскопическому дешифрированию при таксации лесов дешифровочным способом содержат:

- 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);
- камеральную таксационно-дешифровочную тренировку исполнителей;
- установление границ (контуров) выделов и таксационных показателей дешифровочным способом таксации.

При повыделной таксации лесов дешифровочным способом лесное стереоскопическое дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков)

сверхвысокого пространственного разрешения проводится в целях установления границ таксационных выделов, определения категорий и характеристик покрытых и не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных земель и таксационных показателей лесных насаждений. Разделение лесов на таксационные выделы (контурное дешифрирование) базируется на тех же принципах и методических положениях, что и таксационное дешифрирование (определение таксационных показателей), так как при разграничении лесного квартала на выделы необходимо оценить таксационные характеристики оконтуриваемых выделов и различия между ними.

## **2.2. Сведения о параметрах и информационных свойствах стереоскопических аэроизображений (снимков), используемых при дешифровочном способе таксации лесов**

Дешифровочный способ таксации лесов основан на стереоскопическом контурном, 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 аэроизображения (спектральные каналы R, G, B, NIR);
- пространственное разрешение – не ниже 0,5 м;
- продольное перекрытие изображений 56 – 60%
- поперечное перекрытие изображений 10 – 15 %.;
- высота Солнца в период аэросъемки – не менее 25 °;
- давность материалов съемки – не более 3 лет.

Дешифрирование материалов цифровой аэросъемки (или аналоговой, преобразованных в цифровой вид), 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 контурного, аналитического и измерительного дешифрирования в интерактивном стереоскопическом режиме.

## **2.3. Обобщенные требования к оснащению специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика**

При выборе программных и аппаратных средств для обеспечения возможности стереоскопического дешифрирования материалов ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения (организация автоматизированных специализированных рабочих мест таксатора-дешифровщика) необходимо учитывать требования к функциям программного обеспечения для задач лесного стереодешифрирования и технические

возможности аппаратных средств для поддержки и обеспечения функциональности и производительности выбранных программ.

Обобщенные требования к функциональным возможностям программных средств для лесного дешифрирования материалов аэрокосмосъемки заключаются в следующем:

- формирование стереопар цифровых изображений;
- работа со стереоизображениями: просмотр материалов спектральнозональных (мультиспектральных) съемок с помощью специального оборудования;
- возможность выполнения измерений в стереорежиме (высот и размеров объектов);
- возможность создания векторных слоев;
- импорт-экспорт векторных и растровых данных в распространенные форматы;
- возможность организации сетевой работы;
- русификация.

Обобщенные требования к функциональным возможностям аппаратных средств для лесного дешифрирования материалов аэрокосмосъемки заключаются в следующем:

- обеспечение максимальной функциональности и производительности выбранных 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 стереочками, содержать систему «видеокарта-монитор», поддерживающую стереорежим на экране.

В качестве базового программного обеспечения для решения задач лесного стереодешифрирования используется фотограмметрическая система Photomod со специальным модулем StereoMeasure и программой Лесное дешифрирование<sup>1</sup>. Далее в тексте Руководства при упоминании программного обеспечения будет указываться только Photomod.

Для оснащения специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика рекомендуется придерживаться требований к конфигурации компьютеров, предлагаемых компанией Ракурс

---

<sup>1</sup> Компанией «Ракурс» разработан специальный раздел Руководства пользователя – Программный модуль StereoMeasure / Программа Лесное дешифрирование. Раздел доступен при вызове справки (F1) во время работы в среде Photomod, а также по ссылке <https://racurs.ru/upload/medialibrary/pdf/stereomeasure.pdf>

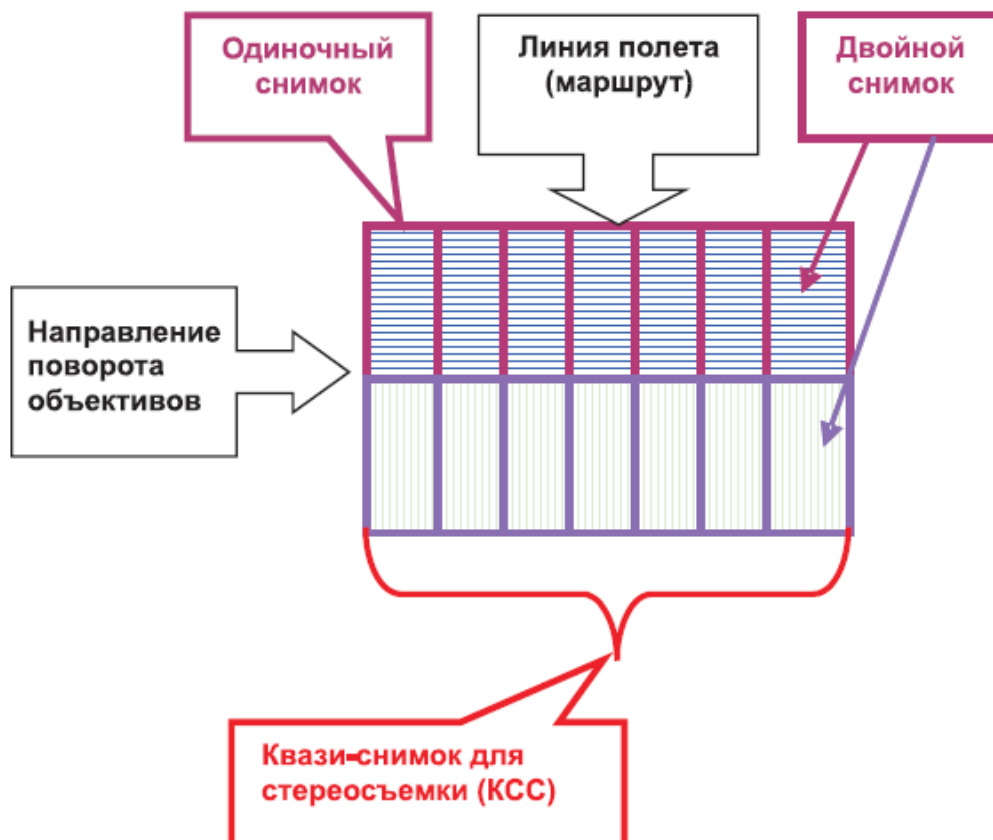
для работы в системе Photomod ( <https://racurs.ru/upload/iblock/16f/general.pdf>). Более детально сведения о программно-аппаратном обеспечении для лесного стереоскопического дешифрирования отражены в части 4.

## 2.4. Подготовка материалов аэрокосмосъемки

При подготовке аэрокосмических изображений (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 изображений (снимков).

### 2.4.1. Особенности материалов съемки камерой VisionMap А3

Камера VisionMap А3 формирует материалы съемки со сложной геометрией. При съемке объективы камеры перемещаются из стороны в сторону перпендикулярно линии полёта – выполняются «взмахи» (sweeps). При каждом «взмахе» создаётся набор небольших снимков – кадров (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 VisionMapА3, понимаются именно квазипанорамные снимки) накладываются на соседние (как внутри маршрута, так и между маршрутами), что позволяет выполнять стереоизмерения и стереосмотр.



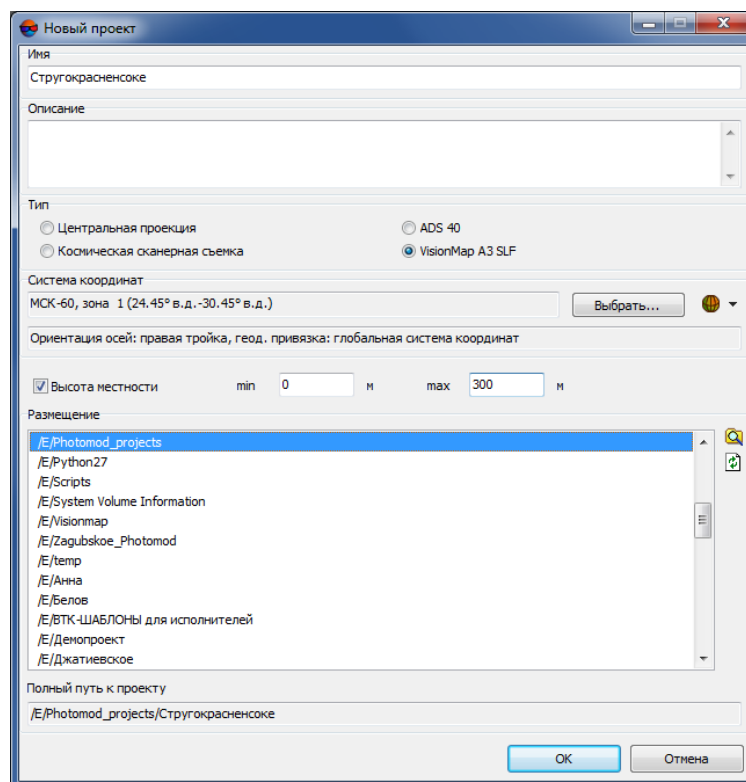
В области перекрытия двух квазипанорамных снимков (SLF) и выполняются стереоскопический анализ со стереоизмерениями. Уравнивать такие снимки в программе Photomod не нужно (этот процесс выполняется средствами VisionMap). Для стереовекторизации материалов аэросъемки VisionMap следует загрузить квазипанорамные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

#### 2.4.2. Создание проекта в Photomod для обработки материалов VisionMap АЗ

Запустить *Photomod*<sup>1</sup>.

В окне *Управление проектами* создать новый проект:

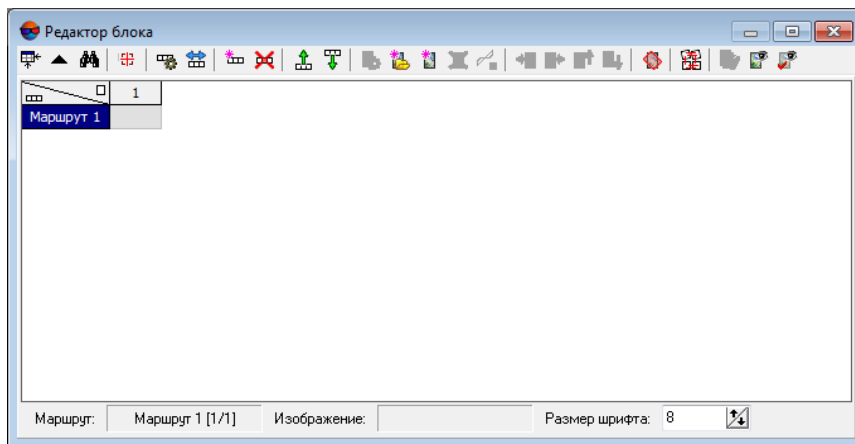
- задать имя проекта,
- выбрать соответствующий тип съёмки (VisionMap АЗ SLF),
- выбрать систему координат,
- задать высоту местности,
- выбрать путь для сохранения папки с проектом.



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

---

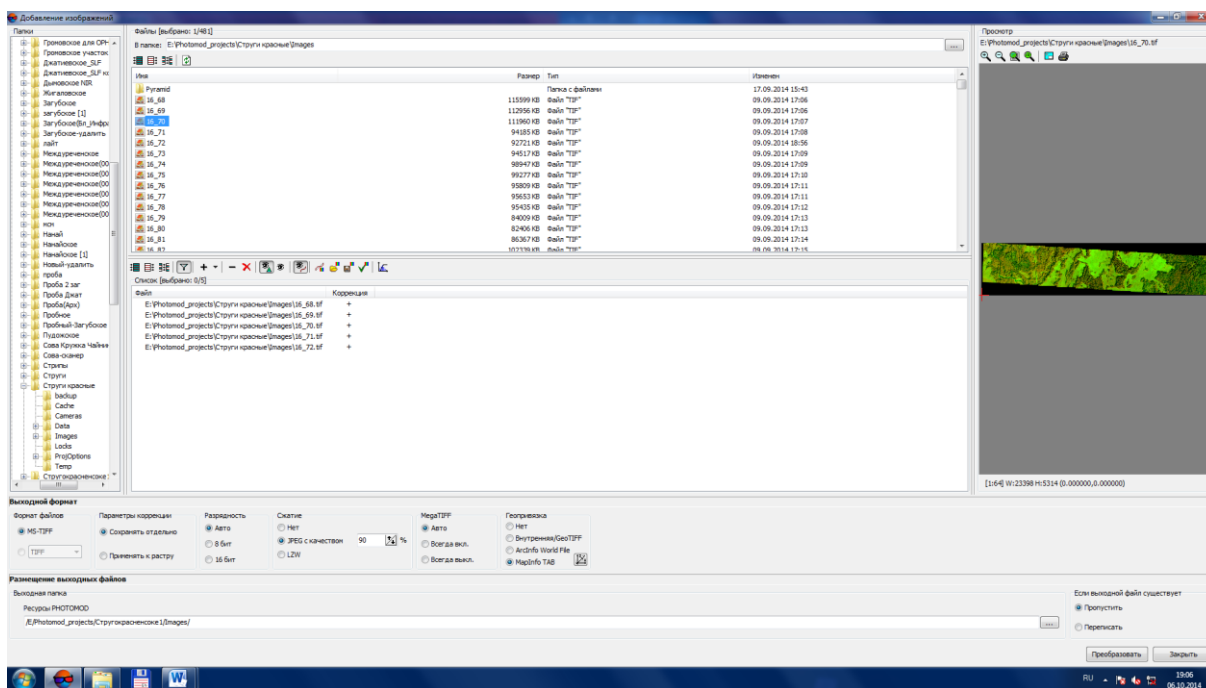
<sup>1</sup> Программа Photomod непрерывно совершенствуется и обновляется. Возможны незначительные отличия внешнего вида меню и наименований команд в последних версиях программы Photomod от представленных в данном Руководстве. Подробное описание всех возможностей программы Photomod приводится в сопроводительной документации, которая также доступна на сайте <https://racurs.ru/support/>



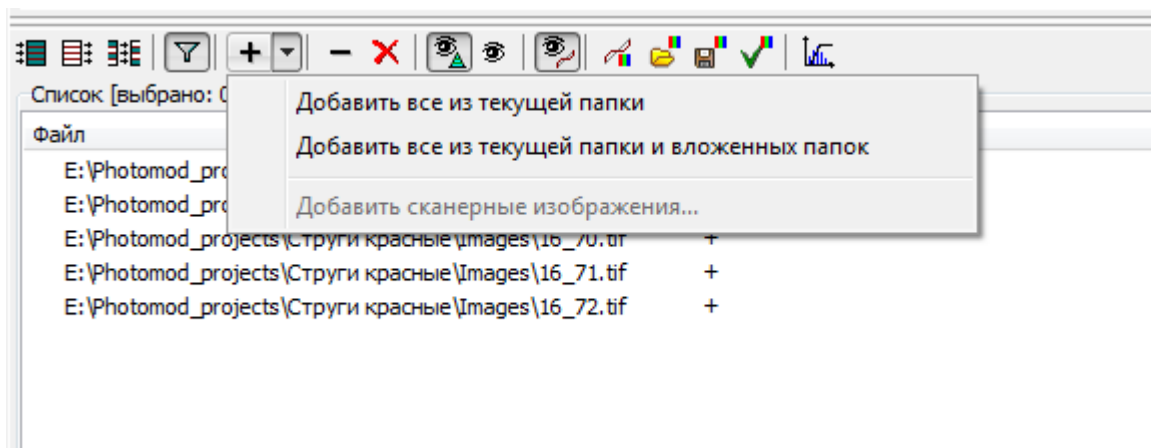
### 2.4.3. Загрузка изображений в проект

В окне *Редактор блока* необходимо выбрать *Добавить изображения из файлов*.


В открывшемся окне выбрать папку, в которой находятся снимки.



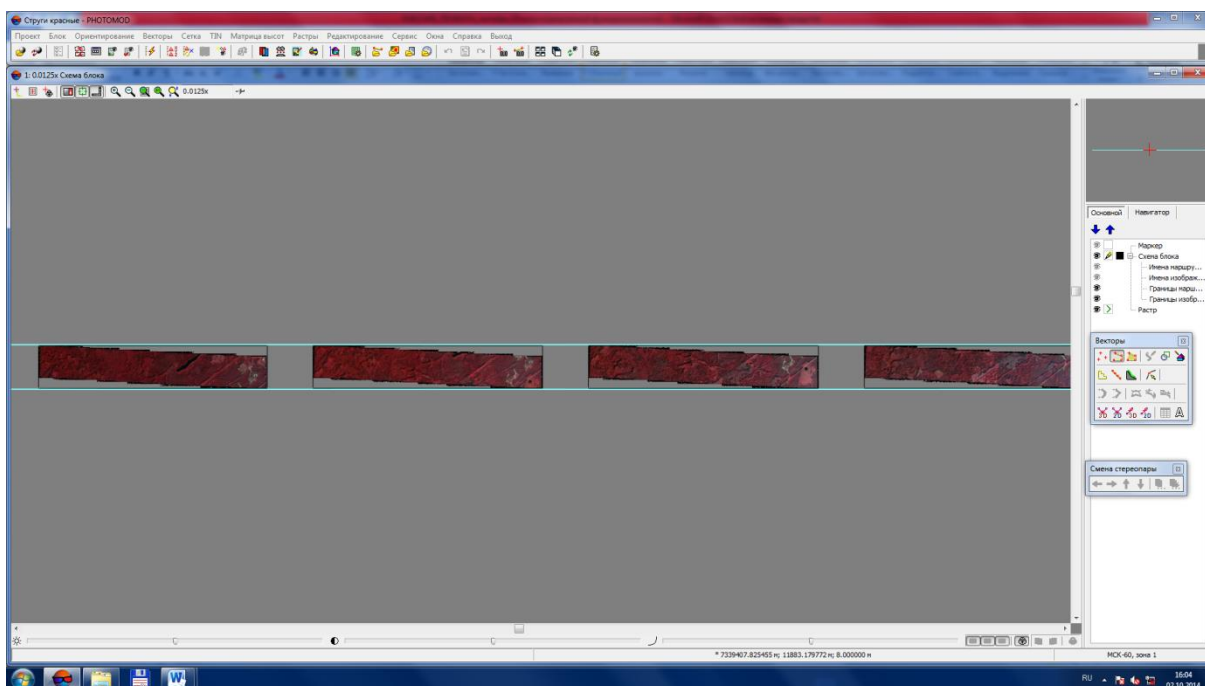
Перенести названия файлов с изображениями снимков в поле *Список* и нажать *Преобразовать*. При большом количестве папок со снимками воспользоваться функцией *Добавить все из текущей папки и вложенных папок*:



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

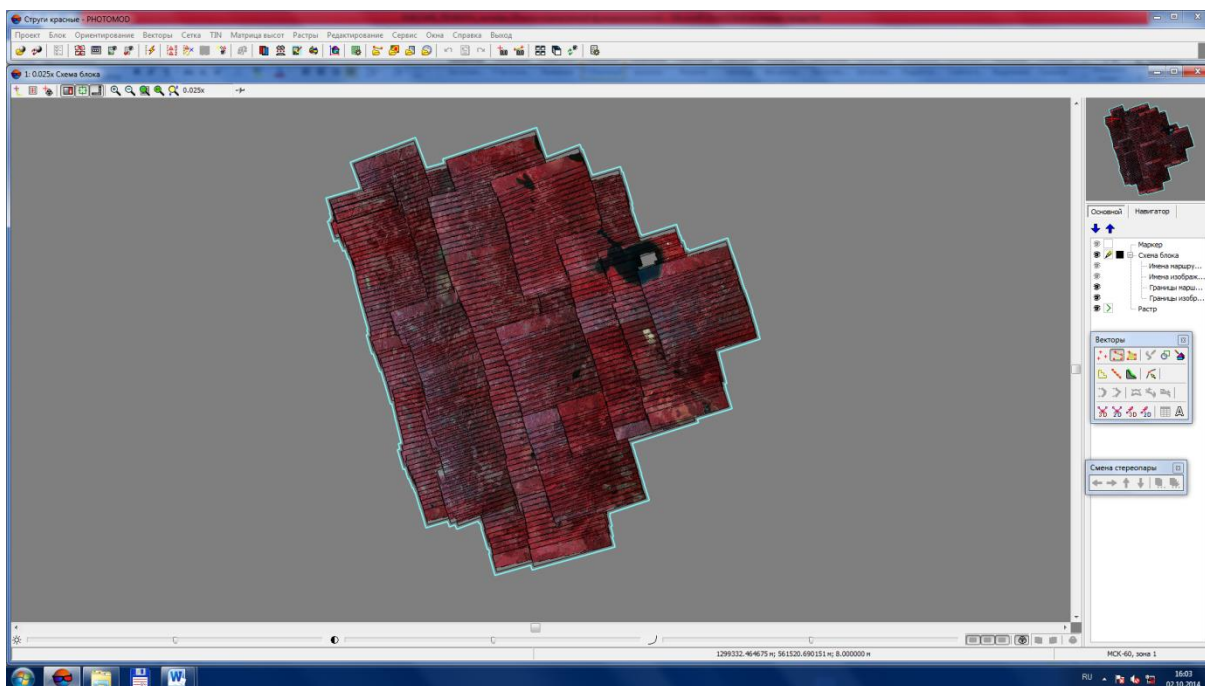
Если подгружаемые снимки уже использовались в другом проекте Photomod, то целесообразно добавлять изображения в новый проект с помощью команды *Добавить изображения из ресурсов* .

В результате выполнения загрузки изображения будут помещены в проект, но их взаимное расположение изначально будет неверным.



#### 2.4.4. Синхронизация проекта

На панели *2D окно* выполнить команду *Проект/синхронизировать*. После завершения процесса синхронизации расположение снимков на экране будет привычным.




Исходные снимки по своим визуальным свойствам обычно малопригодны для лесотаксационного дешифрирования и требуют проведения специальной процедуры – радиометрической коррекции.

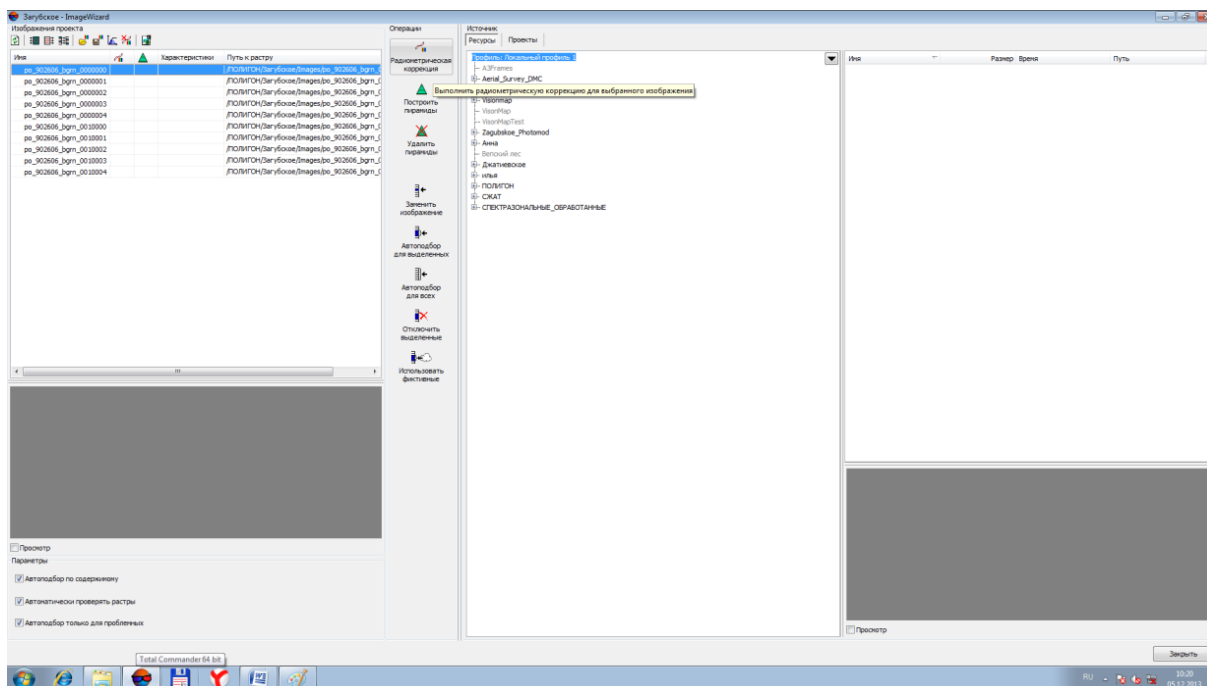
#### 2.4.5. Радиометрическая коррекция

Радиометрическая коррекция изображений подразумевает улучшение их визуальных характеристик в целях оптимального использования для получения необходимых результатов (например, лесотаксационного 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 аэрокосмофотосъемки для лесотаксационного дешифрирования является формирование «псевдоцветных» изображений (изображений в ложных цветах), пригодных для разделения древесных пород по цветовым характеристикам.

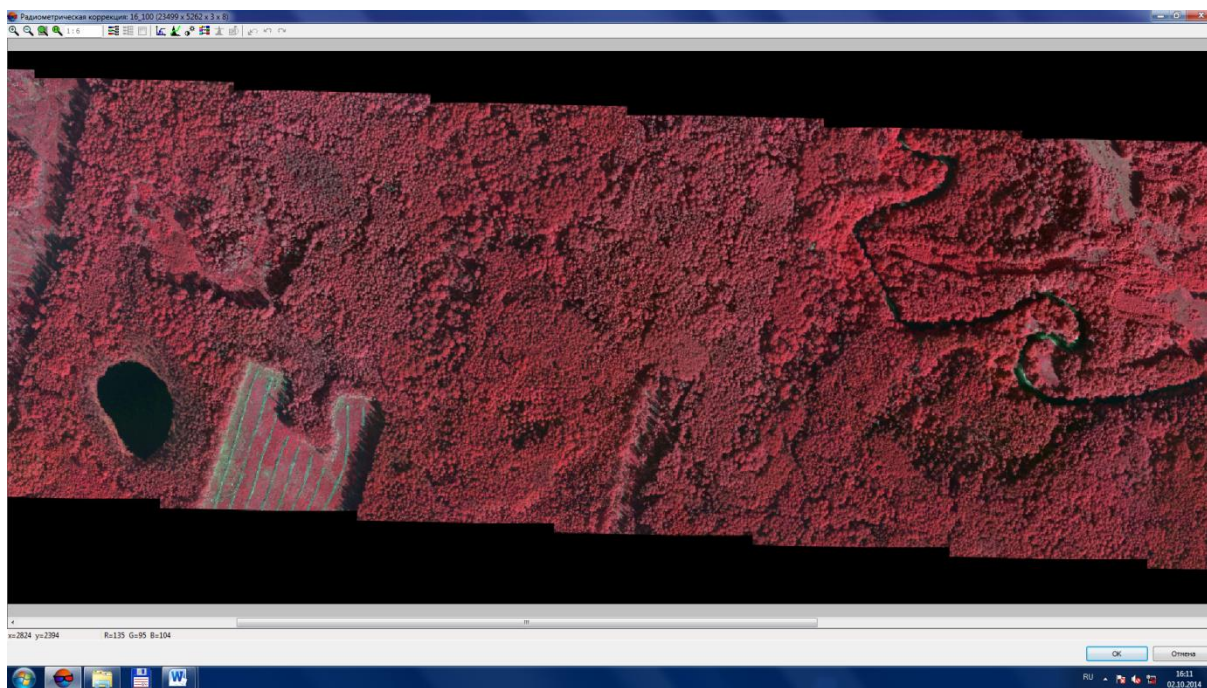
Из-за значительного варьирования спектральных характеристик материалов съемки камерой VisionMapA3 не рекомендуется применять единые параметры радиометрической коррекции для снимков разных маршрутов.

Для выполнения процедуры радиометрической коррекции выбранных материалов ДЗЗ (стереопар, отдельных изображений) выполнить команду *Раскрыть/ImageWizard*. В открывшемся диалоговом окне выбрать файл с названием снимка и нажать *Радиометрическая коррекция* .





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




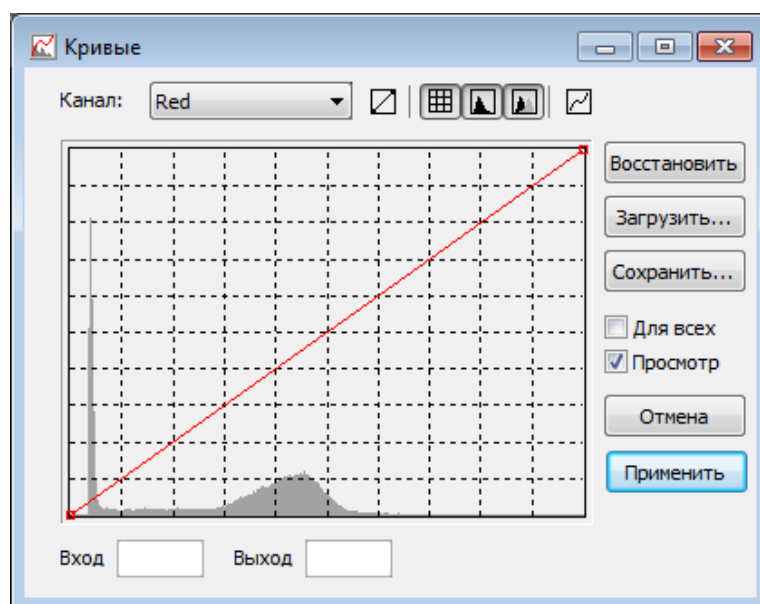
Изображение на материалах аэрокосмосъемки обычно формируется из нескольких спектральных каналов. Их количество зависит от съёмочной аппаратуры и от характеристик камеры. Как правило, для лесочётных задач используются снимки с четырьмя каналами: красным, зелёным, синим и ближним инфракрасным. Различия между лиственными и хвойными породами лучше всего заметны в инфракрасном канале по причине специфических особенностей активности фотосинтеза. Но зрение человека способно воспринимать одновременно не более трех каналов в видимом оптическом диапазоне. Поэтому, при формировании традиционно используемых в лесном

хозяйстве «псевдоцветных» изображений используются ближний инфракрасный, красный и зелёный каналы.

Для получения привычного специалистам лесного хозяйства спектрального изображения с явными цветовыми различиями между хвойными и лиственными породами, необходимо откорректировать гистограммы каждого из трех каналов 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 таксационно-дешифровочных пробных площадей и выделов с выборочно-измерительной (выборочно-перечислительной) таксацией.

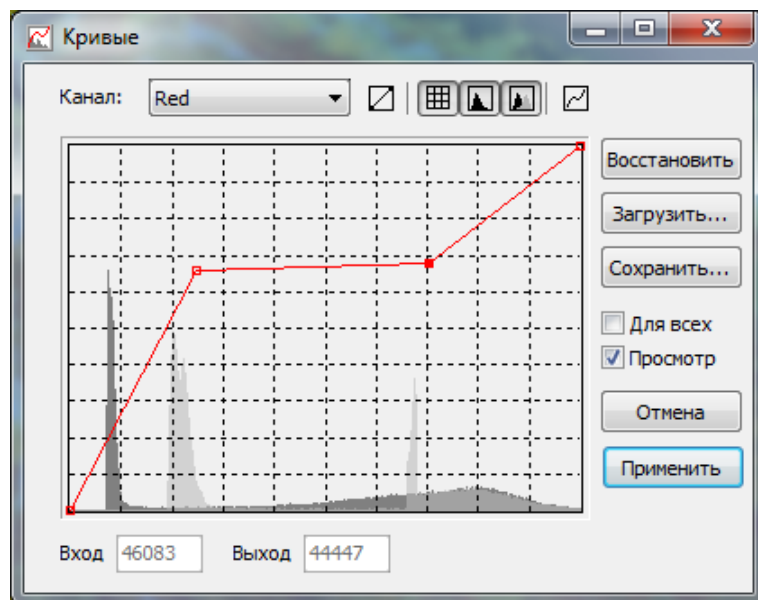
Корректировка гистограмм каналов осуществляется следующим образом:

- войти в диалоговое окно *Кривые* ;
- убрать галочку *Для всех* (устанавливается по умолчанию) и поставить галочку *Просмотр*;

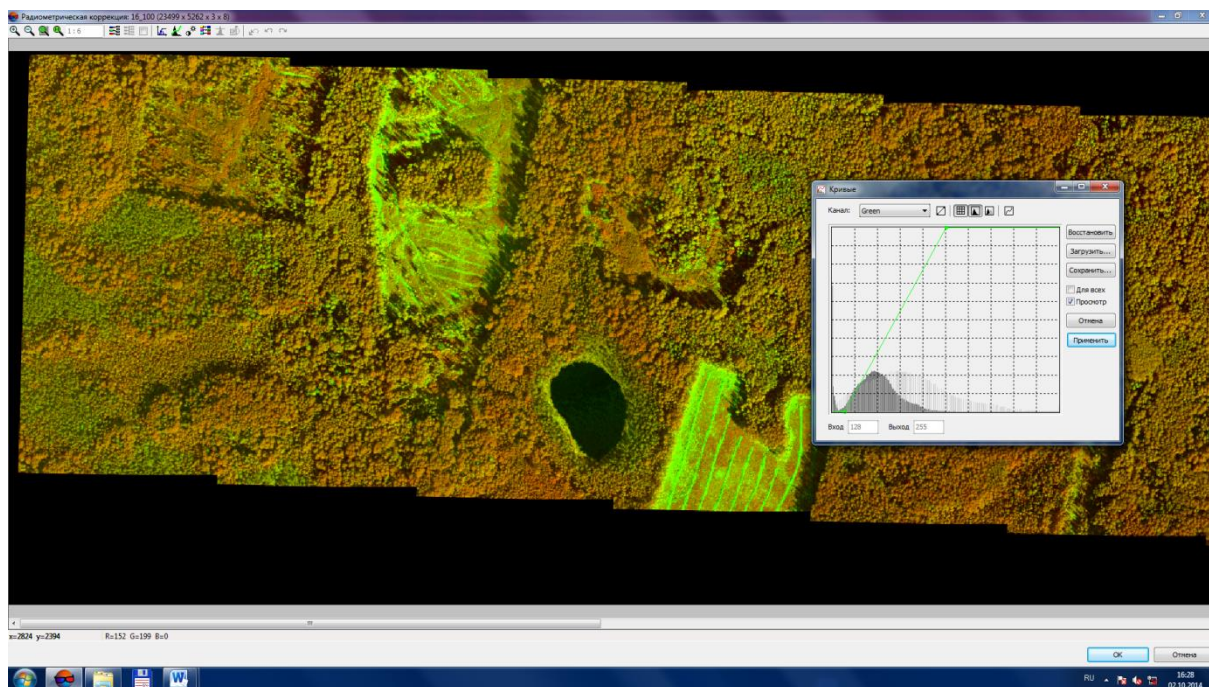


- выбрать необходимый канал из списка (Red, Blue, Green),
- выполнить настройку гистограммы выбранного канала,
- повторить данные действия для других каналов.

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 гистограмма, светло-серым – исправленная.

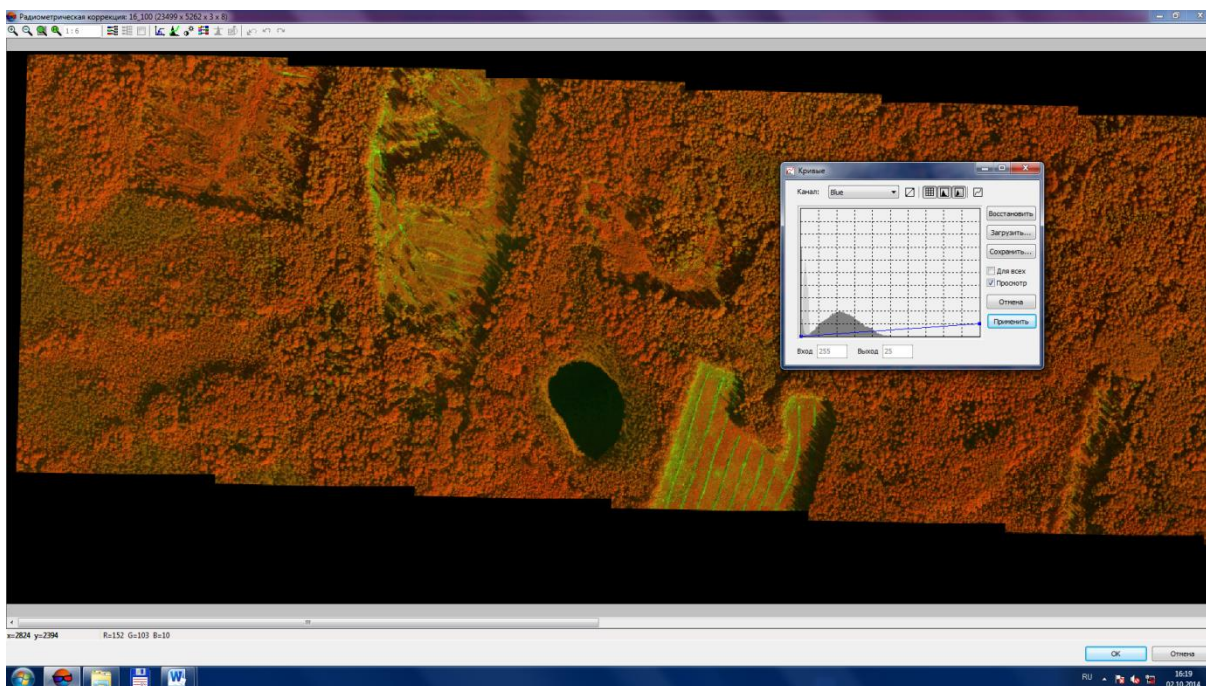


«Обрезка» гистограммы слева и справа выполняется смещением крайних точек кривой к центру до получения желаемых цветовых оттенков (при этом положение точек по вертикали следует сохранять). Насыщенность канала регулируется добавлением точек на кривой.

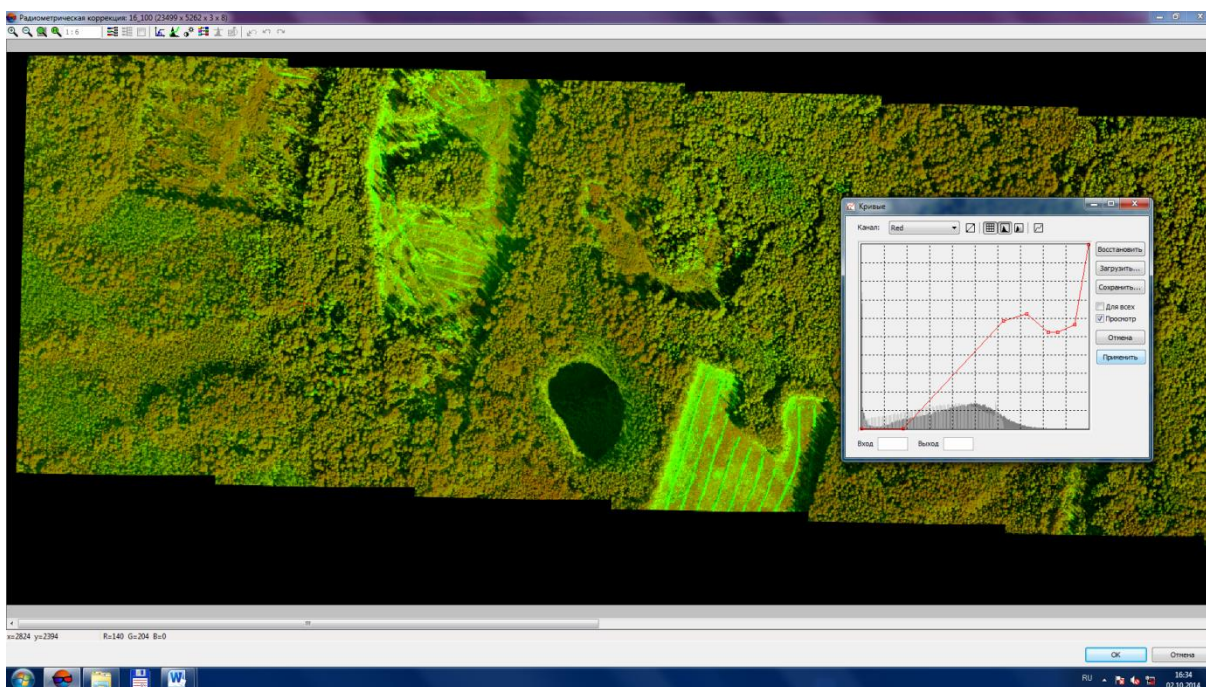


Основные этапы настройки гистограмм для формирования «псевдоцветного» изображения:

- 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), характер изменения гистограмм для материалов разных съёмок может отличаться.

В процессе радиометрической коррекции необходимо демонстрировать получаемые результаты опытному специалисту-дешифровщику, а также сравнивать их с материалами таксации (лесными картами, таксационными

описаниями, данными таксационно-дешифровочных пробных площадей и выборочной измерительно-перечислительной таксации таксационно-дешифровочного полигона) 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.





## 2.5. Стереопросмотр изображений


Стереопросмотр материалов дистанционных съемок выполняется на АРМ таксатора-дешифровщика, оснащенных специальными программно-аппаратными средствами (программой Photomod, стереомониторами, стереочками). Просмотр материалов дистанционных съемок в стереорежиме выполняется на разных стадиях дешифрирования – при изучении (анализе) признаков дешифрирования, контурном и аналитическом дешифрировании.

Последовательность действий для просмотра изображений в стереорежиме:

- открыть существующий проект в Photomod;
- открыть стереопару – в окне накладного 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 регулируется 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 стерео изображения 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».

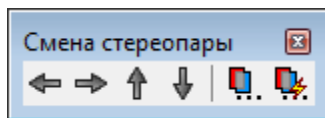
Для восстановления базовой «глубины» стереоэффекта нажмите клавишу **F3** или кнопку  2D-окна.

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 стерео изображения 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.

Интерфейс окна «Выбор стереопары» с вкладкой «Параметрический поиск». Включены параметры: «По углу стерео», «Оптимальное значение» (Угол засечки: 18.08°, Фиксир.: 20.00), «Ограничения» (Вкл.: 15.00, Max: 50.00).

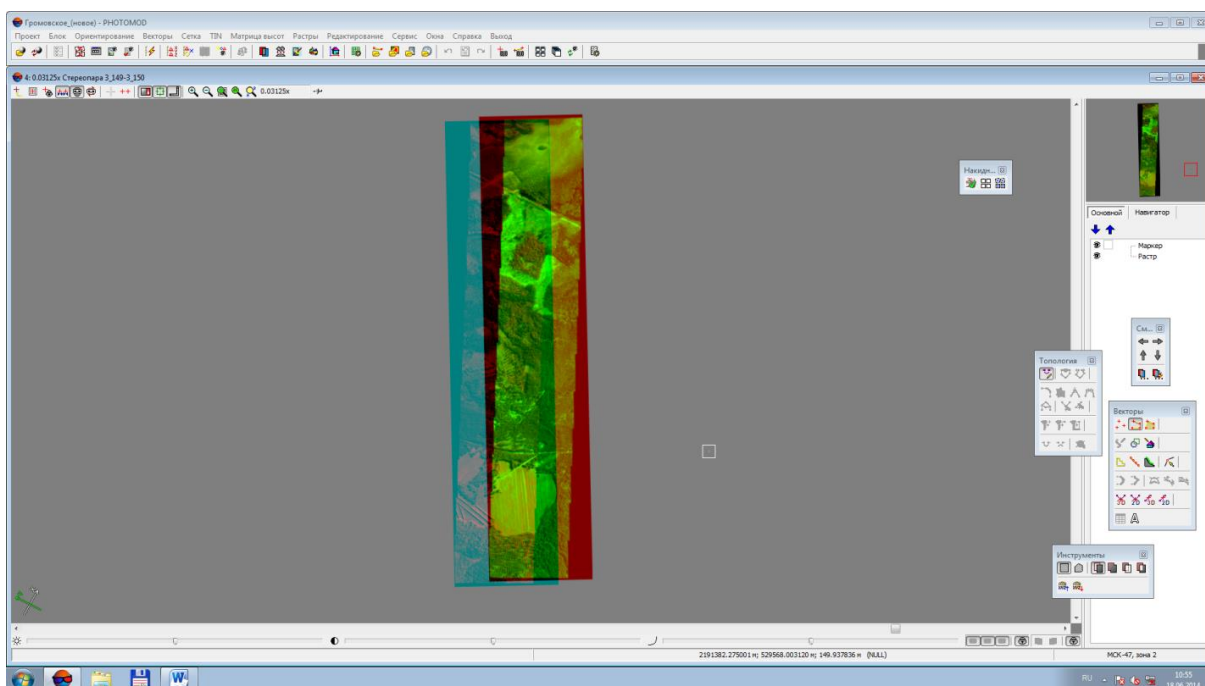
Стереопара	Рейтинг, %	Угол засечки, °	Расст. до границы, пикс.	Курс, °	Крен, °	Тангаж, °	Наклон базиса, °	Наклон луча, °	Высота центра проекции, левый снимок, м	Высота центра проекции, правый снимок, м
1000003_40-1000005_37	96.58	18.67	932.8	-41.93	0.38	-1.38	0.00	1.43	-	-
1000005_38-1000003_39	95.97	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	-	-

Рекомендуется выбирать стереопары с углом засечки около 3°.

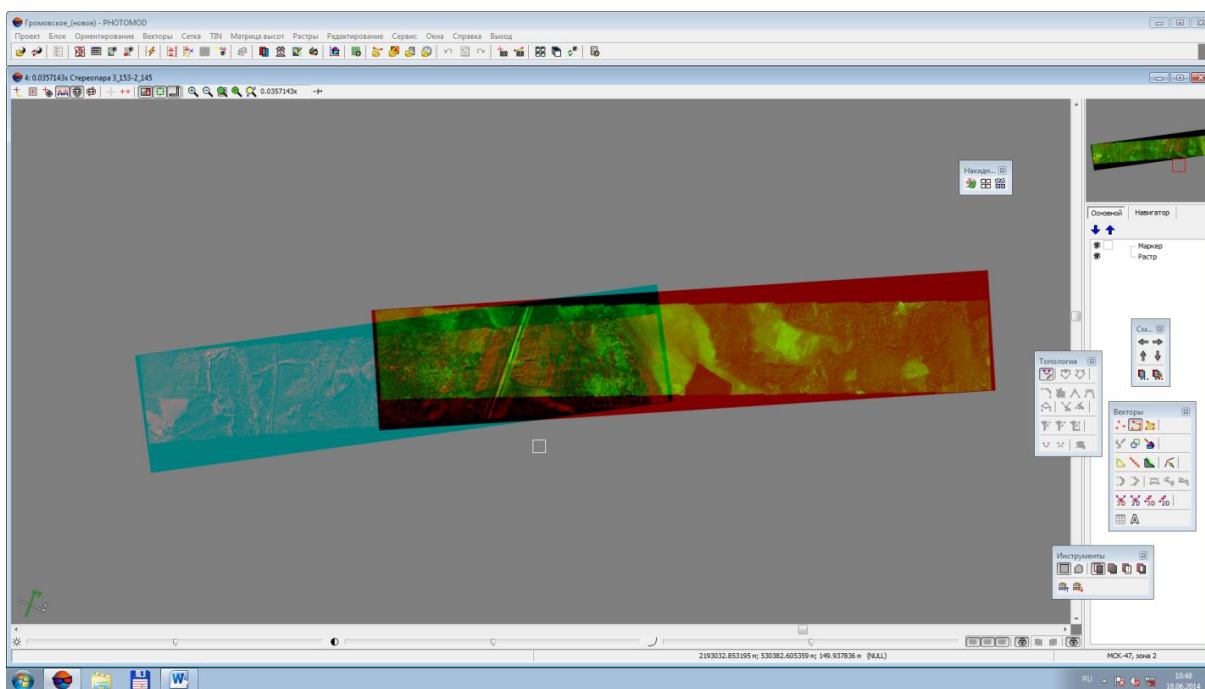
Возможно два варианта формирования стереопар по материалам VisionMap3:

- 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 –  $3^\circ$ .



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 крон отдельных деревьев, можно значительно упростить определение древесных пород.



## 2.6. Создание векторных объектов

Навыки работы с векторными данными необходимы таксатору-дешифровщику в первую очередь для выполнения контурного дешифрирования (п. 2.8.1).

### 2.6.1. Загрузка векторных и растровых слоев в проект. Управление слоями

Исходными материалами для дешифрирования, кроме данных дистанционного зондирования, служат слои цифровой картографической основы на объект таксации (лесоустройства) – векторные слои границ объекта, дорожной, гидрографической, квартальной сетей, границ категорий защитных лесов и особо защитных участков, растровые слои с ортофотопланами, отсканированными и геопривязанными картами.

#### ЗАГРУЗКА ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ

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

Зачастую векторные объекты, загруженные в проект Photomod, при стереопросмотре оказываются смещенными по высоте, что препятствует выполнению работ по контурному дешифрированию. Для регулирования положения векторных объектов по высоте в режиме стереопросмотра необходимо выполнить следующие действия:



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



#### ЗАГРУЗКА РАСТРОВЫХ ДАННЫХ



Загрузка в проект растровых изображений с данными геопривязки (фрагментов лесных карт, ортофотопланов и других) выполняется командой *Растры – Загрузить геопривязанные растры*.

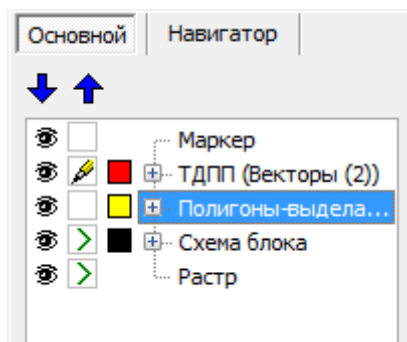
#### УПРАВЛЕНИЕ СЛОЯМИ

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

- отображение слоёв (включение – выключение слоя значком ) ,
- включение режима редактирования слоя с помощью значка ,

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 с помощью стрелок   .




### СОЗДАНИЕ ВЕКТОРНОГО СЛОЯ С АТТРИБУТАМИ

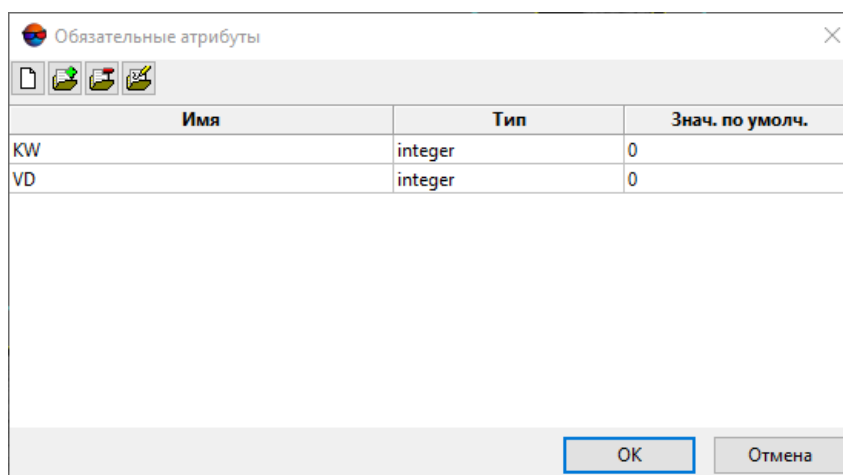
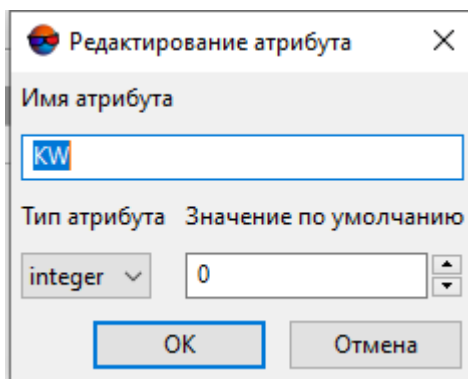
При выполнении контурного дешифрирования важно обеспечить однозначное соответствие между выделяемыми на материалах ДЗЗ контурами лесотаксационных выделов и их атрибутами (номерами кварталов и выделов).

Возможно два варианта формирования векторных границ выделов с адресными атрибутами:

1. Отображение границ выделов полигонами с присвоением каждому полигону номера квартала и выдела
2. Отображение границ выделов полилиниями с формированием дополнительного слоя точек с номерами квартала и выдела.

Последовательность создания векторных слоев с атрибутами:

- создать новый векторный слой *Векторы* – *Создать слой* (в окне *Диспетчер слоев* появится новый слой *Векторы*);
- пересохранить слой *Векторы* с новым названием – выделить слой *Векторы*, нажать правую клавишу мыши, выполнить операцию *Сохранить как* и ввести новое название (например, *Полигоны-выделы* для полигонального слоя, или *Точки* для точечного слоя);
- выбрать слой, для которого необходимы атрибуты, в окне *Диспетчер слоев* и выполнить последовательность *Векторы* – *Атрибуты* – *Обязательные атрибуты слоя*;
- в открывшемся окне при помощи кнопки  добавить необходимые атрибуты и указать типы данных – «KW» (Integer), «VD» (Integer), нажать *OK*.

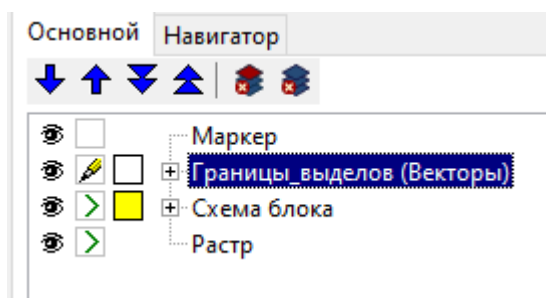


## 2.6.2. Создание границ выделов

### СОЗДАНИЕ ГРАНИЦ ВЫДЕЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИЛИНИЙ


Подробно возможности векторизации в программе Photomod отражены в Руководстве пользователя Photomod (разделы Векторизация и Программный модуль StereoMeasure / Программа Лесное дешифрирование).

Перед началом работ по контурному дешифрированию (установлению границ лесотаксационных выделов с использованием полилиний или полигонов) необходимо в проекте Photomod создать новый векторный слой: *Векторы – Создать векторный слой*. Далее – сохранить этот слой (например, с названием *Границы\_выделов*). В окне диспетчера слоев сделать слой активным и редактируемым.



## Создание полилиний





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 в меню *Сервис*).

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

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.

## СОЗДАНИЕ ГРАНИЦ ВЫДЕЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИГОНОВ


### Создание полигона

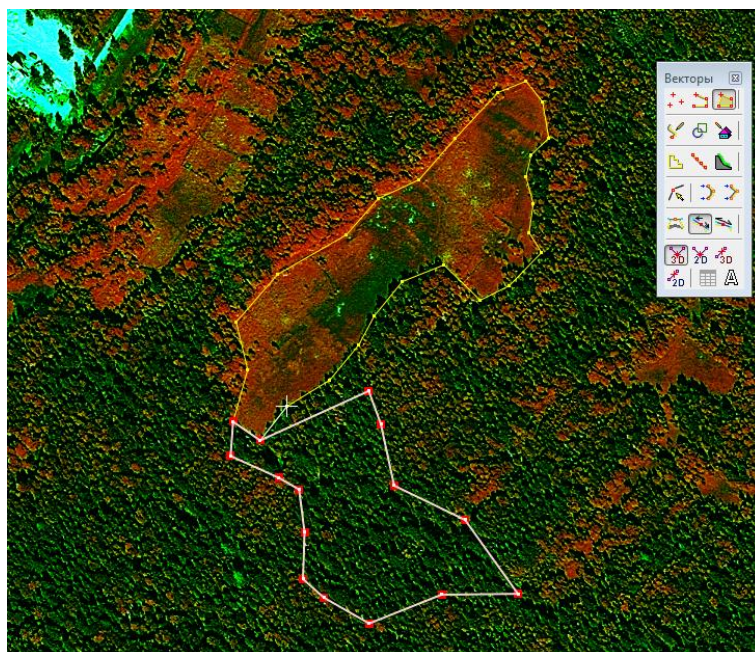
Для создания полигона:

- 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](#).

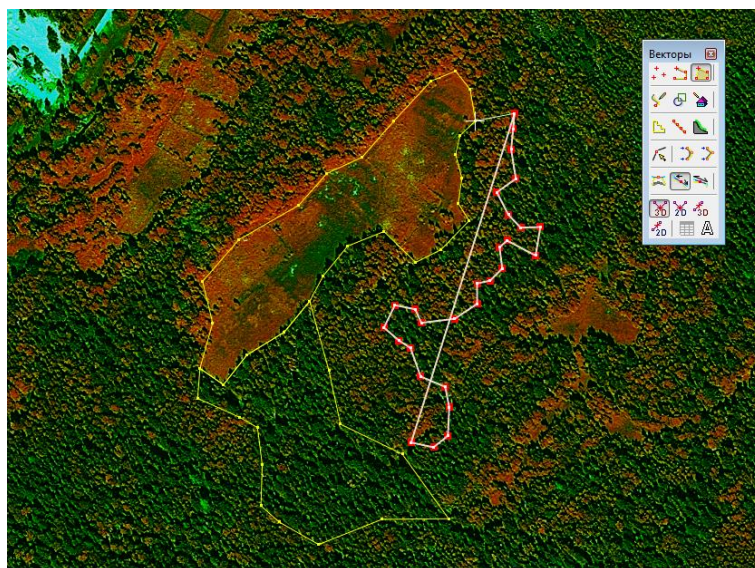
Возможны два варианта создания смежных полигонов в Photomod (смежными считаются полигоны, имеющие общие стороны):

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

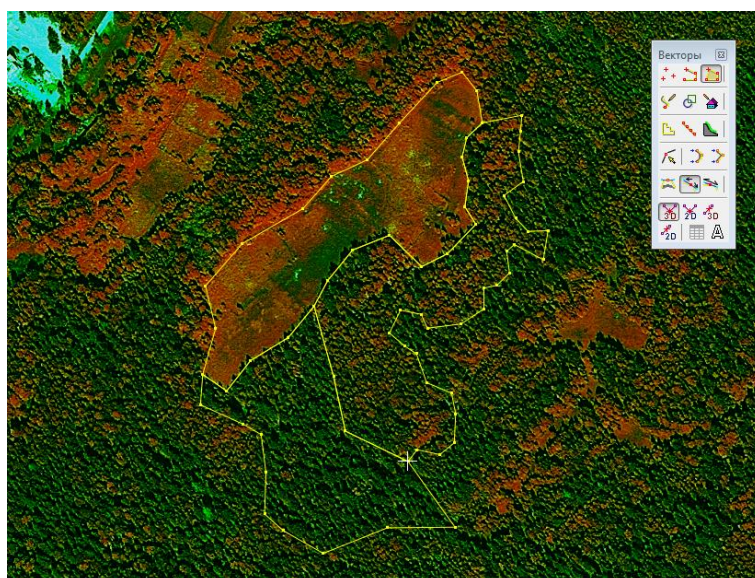


б) дублирование вершин смежного полигона автоматически:

- выполняется примыкание к существующему полигону в первой общей точке (с 3D-снаппингом) 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).



## 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.

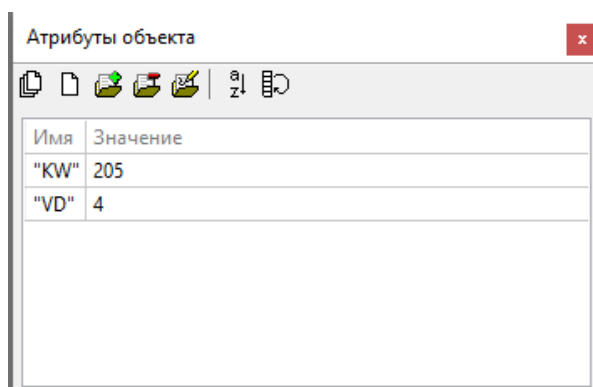
Перемещение вершины объекта с точной привязкой к вершине другого объекта происходит в режиме 3D-снэппинга.


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

### ВВОД АТТРИБУТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Для ввода атрибутивной (адресной) информации необходимо выделить векторный объект (полигон или точку), далее выбрать клавишу *Атрибуты объекта*  на панели *Векторы*.

В появившемся окне ввести атрибуты.




Целесообразно номер квартала вводить сразу для всех полигонов (точек), относящихся к одному кварталу. Для этого следует выделить все полигоны (точки) и в окне *Атрибуты объекта*  для атрибута KW (номер квартала) ввести номер квартала, нажать *Ок*.

### КОНТРОЛЬ АТТРИБУТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

После завершения ввода атрибутов выполняется контроль следующих ошибок:

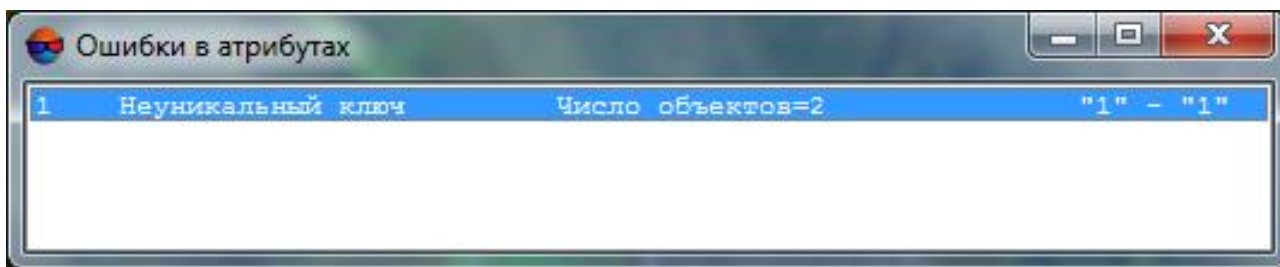
- наличие нулевых значений атрибутов (пропущенные значения номеров кварталов или выделов);
- несоответствие значений атрибутов заданному типу;
- наличие повторяющихся наборов значений атрибутов (например, в пределах одного лесоустроительного квартала имеются одинаковые номера выделов).

Для запуска контроля выполнить команду *Векторы – Атрибуты – Проверить семантику слоя*. В окне *Проверка семантики* с помощью клавиши  добавить атрибуты (KW, VD). Выбрать критерии для проверки (по умолчанию, включены все три критерия), запустить контроль, исправить ошибки.

Критерий *Проверить уникальности ключа в пределах слоя* позволяет выявлять объекты с одинаковыми номерами выделов внутри кварталов.

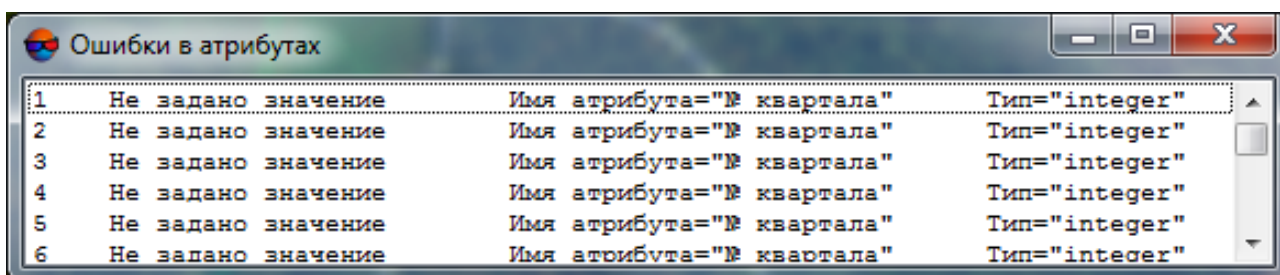
После проверки появляется окно с ошибками. При выделении строки с ошибкой в слое выделяется соответствующий объект, маркер перемещается на нужную стереопару.





Критерий *Проверить соответствие значений типу* предполагает проверку типа и размера данных.


Критерий *Проверить заполненность значением* позволяет выявлять объекты с незаполненными (нулевыми) атрибутами



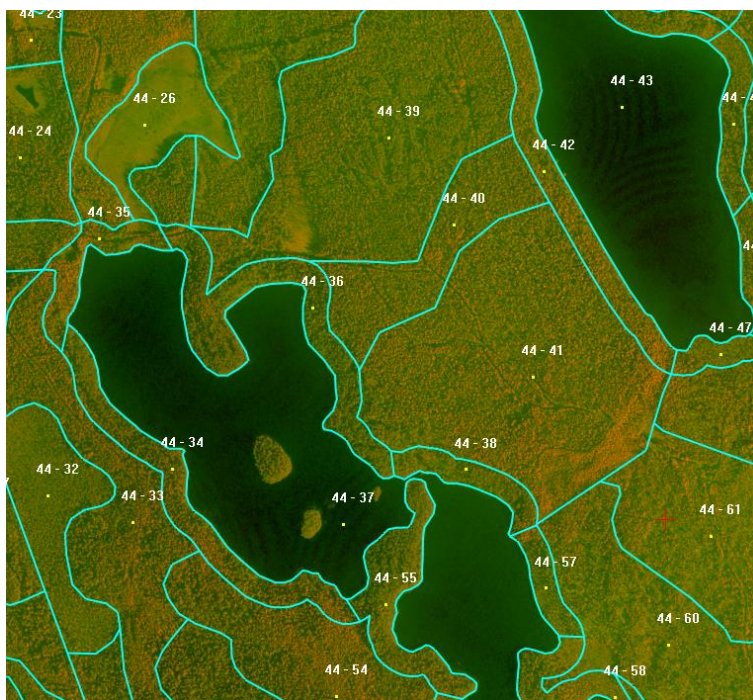
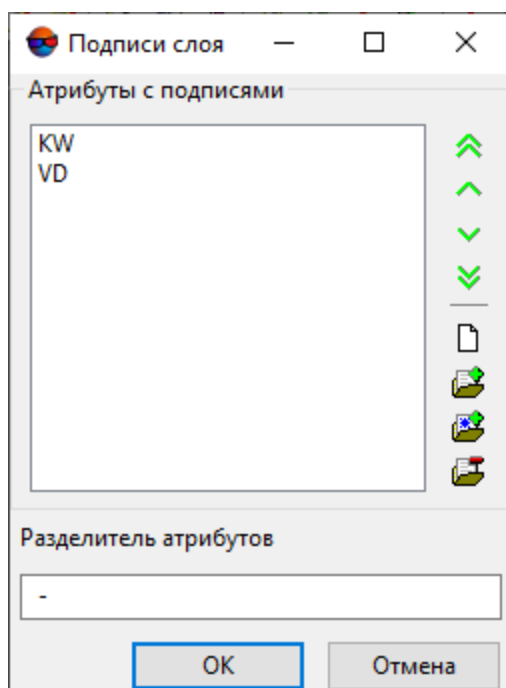
Выявленные ошибки анализируются и исправляются. Контроль выполняется до полного устранения ошибок.

### СОЗДАНИЕ ПОДПИСЕЙ НА ОСНОВЕ АТРИБУТОВ

Для создания подписей векторных объектов выполнить следующую последовательность:

- открыть диалоговое окно *Векторы/Атрибуты/Атрибуты подписей*,
- в окне *Подписи слоя* добавить необходимые атрибуты для отображения (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, «&#10;» - разделитель переноса каждого атрибута на отдельную строку. Традиционные разделители: «пробел», – , \_ , / и пр.).

Ниже показан пример подписей лесотаксационных выделов с использованием номера квартала, выдела и разделителя в виде тире.



## 2.7. Изучение и анализ признаков дешифрирования

### 2.7.1. 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, группы типа 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**, отражающие морфологию объектов, т.е. формы, размеры крон, промежутков, структуру полога насаждений, а также дешифровочные 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 (древостоев элементов леса), в зависимости от геоморфологической структуры ландшафта.

Лесное дешифрирование является комплексным процессом дистанционного распознавания объектов. В составе признаков дешифрирования для определения ряда показателей насаждений используются измерительные методы, закономерности строения насаждений, биологические свойства древесных пород (элементов леса). Ниже приводится перечень таксационных показателей, используемых методов и способов определения таксационных показателей и классов признаков дешифрирования.

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

№№ п/п	Таксационные показатели	Методы и способы определения таксационных показателей	Класс признаков дешифрирования
1	Категория земель	Аналитическое дешифрирование	Фотометрические и морфологические
2	Преобладающая порода	Аналитическое дешифрирование	Фотометрические, морфологические и ландшафтные
3	Состав насаждений	Аналитическое дешифрирование	Фотометрические, морфологические и ландшафтные
4	Возраст (класс или группа)	Аналитическое и измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей	Морфологические и фотометрические
5	Тип лесорастительных условий	Аналитическое дешифрирование	Ландшафтные, фотометрические и морфологические
6	Класс бонитета	Аналитическое и измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей	Ландшафтные, морфологические
7	Средняя высота (яруса, элемента леса)	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей	Фотометрические и морфологические
8	Средний диаметр элементов леса	Измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей	Фотометрические и морфологические
9	Сомкнутость полога	Измерительное и аналитическое дешифрирование	Фотометрические и морфологические
10	Диаметр проекции крон	Измерительное и аналитическое дешифрирование	Фотометрические и морфологические
11	Количество проекций крон	Измерительное дешифрирование	Фотометрические и морфологические
12	Относительная полнота	Измерительное дешифрирование с установлением взаимосвязей, глазомерная оценка	Фотометрические и морфологические
13	Запас на 1 га	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей, справочные таблицы	Фотометрические и морфологические

На основе фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков определяются следующие основные таксационные показатели:

категория земель, преобладающая порода (древостой элемента леса), состав насаждений, возраст (класс или группа), тип лесорастительных условий. Значение перечисленных признаков дешифрирования для конечного результата является главным и поэтому их изучение, правильный подбор и порядок использования определяют эффективность их применения и качество дешифрирования в целом.

Анализ фотометрических и морфологических признаков дешифрирования производится на таксационно-дешифровочных пробных площадях и выделах с выборочной измерительно-перечислительной таксацией, точно опознанных и нанесенных на аэрокосмические изображения (снимки). Основной задачей наземного анализа является получение признаков дешифрирования, обеспечивающих определение повидельных таксационных характеристик 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 (обучающей выборки) в объекте работ выполняется на основе анализа таблиц встречаемости. Порядок работ по организации обучающей выборки отражен в Части 1, формы таблиц встречаемости лесных насаждений для организации обучающей выборки – в Приложении 1. Результаты наземного анализа признаков дешифрирования представляются в установленной форме (Приложение 2).

### *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. Используя Единую шкалу цветов (Приложение 3) и кодовую таблицу признаков дешифрирования (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.

Анализ указанных признаков выполняют все таксаторы, которые в последующем будут выполнять лесное дешифрирование территории объекта работ.

Камеральный анализ признаков дешифрирования с определением достоверности распознавания пород (элементов леса) выполняется на АРМ таксатора-дешифровщика.

До начала работ по камеральному анализу признаков дешифрирования в модуле *Лесное дешифрирование* (модуль доступен в меню *Сервис*) необходимо выполнить проверку соответствия используемых таблиц признаков

(справочных таблиц) особенностям изучаемого объекта. При необходимости таблицы признаков могут быть изменены и дополнены.

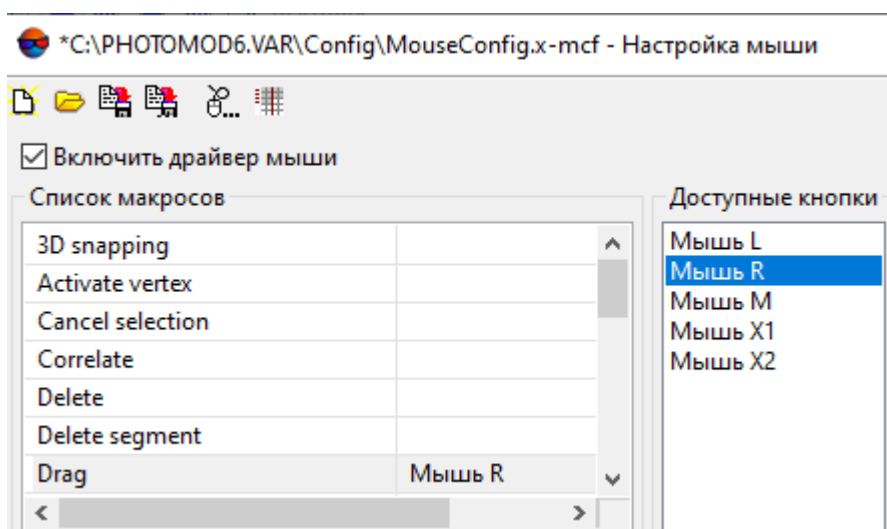
Параметры признаков дешифрирования регулируются при помощи Справочников (*Справочники – Справочник признаков, Справочники цветов, Справочник пород*).

При необходимости любой из трех справочников может быть изменен и дополнен. Например, в справочник цветов можно добавить новый шаблон цвета с необходимой цветовой насыщенностью. В справочник признаков можно добавить новый признак, а также указать возможные значения этого признака.

Порядок работ по камеральному анализу признаков дешифрирования на АРМ дешифровщика:

- в программе Photomod открыть проект с данными учебно-тренировочного полигона (материалами стереосъемки, ортофотопланом, векторными слоями с границами таксационно-дешифровочных пробных площадей, выделами перечислительной таксации, модельными деревьями и другими данными);

- в меню *Сервис* должен быть включен пункт *Включить драйвер мыши*, в пункте *Настройка мыши* установлено соответствие *Drag – Мышь R*;

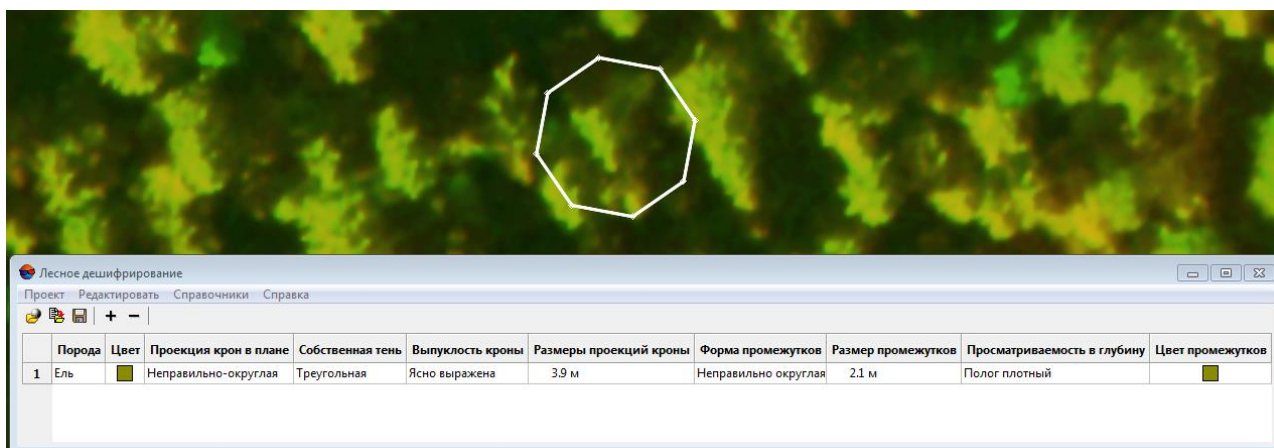


- запустить модуль *Лесное дешифрирование* (*Сервис – Лесное дешифрирование*);

- выполнить анализ признаков дешифрирования для совокупности отдельных деревьев на пробных площадях;

- составить и проанализировать таблицы признаков дешифрирования.

Для выполнения анализа признаков дешифрирования отдельного дерева необходимо выбрать на изображении 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 участия конкретной древесной породы в лесном насаждении (выделе, пробной площади).

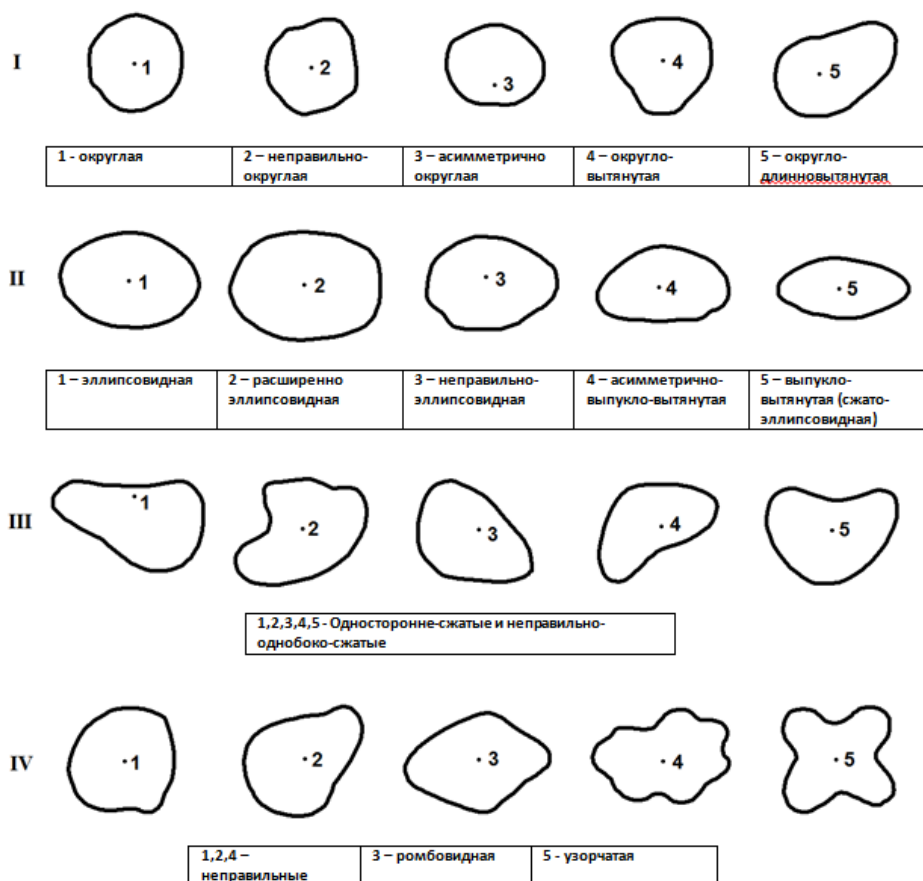
Ниже приводятся рекомендации по заполнению полей электронной таблицы при изучении (анализе) дешифровочных признаков. В результате анализа признаков дешифрирования отдельных деревьев в модуле *Лесное дешифрирование* формируется электронная таблица в строках которой – значения признаков для отдельных деревьев, в столбцах – наименования признаков.

**Порода.** Выбирается из списка.

**Цвет.** Определяется дешифровщиком визуально – аналитическим путем, или автоматически. При автоматическом определении необходимо навести курсор мыши на крону дерева, и нажать правую клавишу. Градация цвета будет определена автоматически и отражена в строке состояния модуля *Лесное дешифрирование* в виде цветного квадрата, номера цвета в градациях RGB и описании градации цвета из справочника. Задача дешифровщика при этом состоит в визуальной оценке соответствия характерного цвета кроны и цвета, выбранного программой. Рекомендуется повторить определение цвета кроны несколько раз и выбрать наиболее характерный цвет для освещенной части кроны.

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

## Классификация форм проекций крон в плане



Значения следующих признаков дешифрирования определяются на основании соответствующих справочников.

**Падающая тень** – тень отдельного дерева, которая падает на землю и характеризует форму кроны. Заметна только в низкополотных насаждениях или на границе лесных насаждений с открытым пространством.

**Выпуклость кроны.** Определяется аналитическим путём при стереоскопическом просмотре.

**Размер проекции кроны** определяется с помощью правой клавиши мыши. Необходимо указать курсором начальную точку для измерения расстояния (край кроны), нажать правую клавишу мыши и, не отпуская правую клавишу, сместить курсор к конечной точке (противоположный край кроны). Результат измерения будет отражен в таблице. Рекомендуется измерять протяжённость горизонтальной проекции кроны с севера на юг и с запада на восток с фиксированием среднего значения.

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

**Размер промежутков.** Промежутки между соседними деревьями определяются аналогично размерам проекции крон – по результатам нескольких измерений.

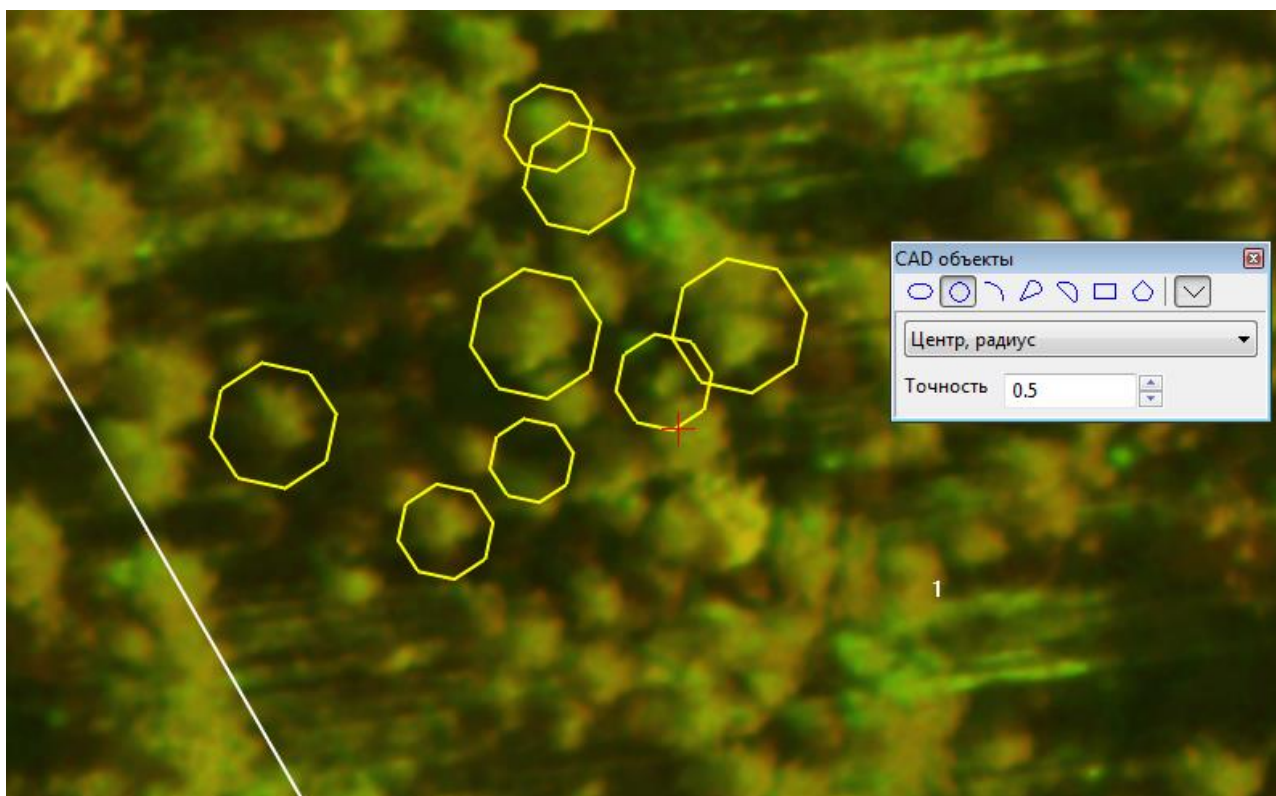
**Просматриваемость в глубину.** Определяется аналитическим путём при стереоскопическом просмотре. Анализируется расположение отдельно взятой

кроны дерева в пологе леса. Просматриваемость считается хорошей, когда промежутки между соседними деревьями большие и земная поверхность хорошо видна. Просматриваемость средняя – некоторые кроны соседних деревьев смыкаются, есть места, где просматривается земная поверхность. Полог плотный – большинство кроны соседних деревьев смыкаются, промежутки между ними практически отсутствуют, земля не просматривается.

**Цвет промежутков** определяется аналогично цвету кроны дерева.

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

Следует выполнять анализ признаков дешифрирования в стереорежиме. Для удобства можно создать новый векторный слой, на котором отмечать измеренные деревья (например, с помощью точки, круга, или полигона).



После заполнения признаков дешифрирования для выбранной совокупности отдельных деревьев (пробной площади) необходимо сохранить таблицу с полученными результатами *Проект – Сохранить*. Электронная таблица с признаками дешифрирования будет сохранена в формате Microsoft Excel.



	Порода	Цвет	Проекция кроны в плане	Собственная тень	Выпуклость кроны	Размеры проекций кроны	Форма промежутков	Размер промежутков	Просматриваемость в глубину	Цвет промежутков
1	Сосна	Округлая	Овальная	Ясно выражена	3,8 м		Узорчатая	2,6 м	Просматривается хорошо	■
2	Сосна	Округлая	Треугольная	Ясно выражена	3,7 м		Однобоко-вытянутая	4,7 м	Просматривается хорошо	■
3	Сосна	Округлая	Овальная	Ясно выражена	3,6 м		Узорчатая	4,0 м	Просматривается хорошо	■
4	Сосна	Неправильно-округлая	Не заметна	Ясно выражена	2,4 м		Не выражена	2,9 м	Просматривается хорошо	■
5	Сосна	Неправильно-округлая	Овальная	Ясно выражена	4,5 м		Узорчатая	4,5 м	Просматривается хорошо	■
6	Сосна	Неправильно-округлая	Форма не выражен	Ясно выражена	2,0 м		Угловатая	0,6 м	Просматривается хорошо	■
7	Сосна	Неправильно-округлая	Овальная	Ясно выражена	3,7 м		Узорчатая	2,3 м	Просматривается хорошо	■
8	Сосна	Неправильно-округлая	Форма не выражен	Ясно выражена	3,2 м		Однобоко-вытянутая	3,3 м	Просматривается хорошо	■
9	Сосна	Эллипсовидная	Серповидная	Ясно выражена	3,2 м		Не выражена	4,2 м	Просматривается хорошо	■
10	Сосна	Однобоко-вытянутая	Треугольная	Ясно выражена	3,2 м		Не выражена	1,8 м	Просматривается хорошо	■
11	Ель	Округлая	Овальная	Остроконечная	3,3 м		Узорчатая	1,9 м	Просматриваемость средняя	■
12	Ель	Округлая	Треугольная	Остроконечная	3,6 м		Узорчатая	2,0 м	Просматриваемость средняя	■
13	Ель	Неправильно-округлая	Треугольная	Остроконечная	2,4 м		Узорчатая	2,4 м	Просматриваемость средняя	■
14	Ель	Неправильно-округлая	Овальная	Ясно выражена	4,6 м		Узорчатая	2,6 м	Просматриваемость средняя	■
15	Ель	Неправильно-округлая	Треугольная	Ясно выражена	3,4 м		Узорчатая	2,3 м	Просматриваемость средняя	■
16	Ель	Неправильно-округлая	Овальная	Ясно выражена	3,4 м		Однобоко-вытянутая	3,1 м	Просматривается хорошо	■
17	Ель	Неправильно-округлая	Овальная	Ясно выражена	3,8 м		Однобоко-вытянутая	2,4 м	Просматривается хорошо	■
18	Ель	Эллипсовидная	Форма не выражен	Остроконечная	3,4 м		Не выражена	3,4 м	Просматривается хорошо	■
19	Ель	Угловатая	Треугольная	Слабо заметна	5,1 м		Угловатая	4,1 м	Просматривается хорошо	■
20	Ель	Узорчатая	Овальная	Остроконечная	2,4 м		Узорчатая	3,0 м	Просматривается хорошо	■

	Порода	Цвет	Проекция кроны в плане	Собственная тень	Выпуклость кроны	Размеры проекций кроны	Форма промежутков	Размер промежутков	Просматриваемость в глубину	Цвет промежутков
1	Сосна	65	1	3	2	3.76	6	2.56	3	106
2	Сосна	71	1	1	2	3.7	4	4.69	3	58
3	Сосна	71	1	3	2	3.6	6	4.05	3	106
4	Сосна	60	2	5	2	2.37	7	2.93	3	50
5	Сосна	65	2	3	2	4.48	6	4.49	3	108
6	Сосна	65	2	4	2	2.04	5	0.59	3	109
7	Сосна	71	2	3	2	3.73	6	2.34	3	106
8	Сосна	71	2	4	2	3.17	4	3.27	3	109
9	Сосна	71	3	2	2	3.21	7	4.16	3	106
10	Сосна	65	4	1	2	3.2	7	1.82	3	106
11	Ель	65	1	3	1	3.31	6	1.92	2	106
12	Ель	71	1	1	1	3.65	6	1.97	2	106
13	Ель	71	2	1	1	2.39	6	2.42	2	109
14	Ель	71	2	3	2	4.57	6	2.55	2	106
15	Ель	72	2	1	2	3.42	6	2.34	2	106
16	Ель	72	2	3	2	3.4	4	3.08	3	106
17	Ель	72	2	3	2	3.84	4	2.37	3	109
18	Ель	78	3	4	1	3.36	7	3.4	3	106
19	Ель	71	5	1	3	5.13	5	4.13	3	109
20	Ель	72	6	3	1	2.43	6	2.99	3	106

Для формирования итоговой таблицы признаков дешифрирования и пошагового процесса распознавания древесных пород (элементов леса) 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 модуле *Лесное дешифрирование* и выполнить команду *Проект – Вычислить*.

Преобладающая порода или категория земель	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность
Береза	<p><b>Цвет:</b> рыжий (114) - P = 0.70, Бурый (113) - P = 0.22, Желтый-2 (72) - P = 0.09.</p> <p><b>Проекция крон в плане:</b> Неправильно-округлая - P = 0.78, Округлая - P = 0.09, Эллипсовидная - P = 0.09.</p> <p><b>Падающая тень:</b> Не заметна - P = 0.96.</p> <p><b>Выпуклость кроны:</b> Ясно выражена - P = 0.74, Крона плоская - P = 0.13, Слабо заметна - P = 0.13.</p> <p><b>Размеры проекций кроны:</b> 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><b>Форма промежутков:</b> Узорчатая - P = 0.43, Неправильно округлая - P = 0.26, Однобоко-вытянутая - P = 0.17, Эллипсовидная - P = 0.09.</p> <p><b>Размер промежутков:</b> 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><b>Просматриваемость в глубину:</b> Просматривается хорошо - P = 0.61, Просматриваемость средняя - P = 0.22, Полог плотный - P = 0.17.</p> <p><b>Цвет промежутков:</b> Зеленый-1 (50) - P = 0.52, Желто-зеленый1-1 (57) - P = 0.43.</p> <p><b>Собственная тень:</b> Не заметна - P = 0.35, Овальная - P = 0.35, Не выражена - P = 0.13, Треугольная - P = 0.09.</p>	<p>Отличается от:</p> <p><b>Сосна:</b> Цвет - Q = 0.96, Проекция крон в плане - Q = 0.99, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p><b>Ель:</b> Цвет - Q = 0.90, Выпуклость кроны - Q = 0.99, Проекция крон в плане - Q = 1.00.</p> <p><b>Ольха черная:</b> Проекция крон в плане - Q = 1.00.</p>
Сосна	<p><b>Цвет:</b> Желто-зеленый1-1 (57) - P = 0.67, Желтый-1 (71) - P = 0.17.</p> <p><b>Проекция крон в плане:</b> Округлая - P = 0.42, Неправильно-округлая - P = 0.25, Узорчатая - P = 0.17, Угловатая - P = 0.08, Эллипсовидная - P = 0.08.</p> <p><b>Падающая тень:</b> Не заметна - P = 0.96.</p> <p><b>Выпуклость кроны:</b> Ясно выражена - P = 0.63, Остроконечная - P = 0.33.</p> <p><b>Размеры проекций кроны:</b> 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><b>Форма промежутков:</b> Неправильно округлая - P = 0.54, Эллипсовидная - P = 0.21, Узорчатая - P = 0.17, Однобоко-вытянутая - P = 0.08.</p> <p><b>Размер промежутков:</b> 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><b>Просматриваемость в глубину:</b> Просматривается хорошо - P = 0.50, Просматриваемость средняя - P = 0.50.</p> <p><b>Цвет промежутков:</b> Зеленый-1 (50) - P = 0.79, Желто-зеленый1-1 (57) - P = 0.17.</p> <p><b>Собственная тень:</b> Овальная - P = 0.46, Не выражена - P = 0.25, Не заметна - P = 0.21, Треугольная - P = 0.08.</p>	<p>Отличается от:</p> <p><b>Береза:</b> Цвет - Q = 0.96, Проекция крон в плане - Q = 0.99, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p><b>Ель:</b> Цвет - Q = 0.80, Просматриваемость в глубину - Q = 0.93, Выпуклость кроны - Q = 0.97, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p><b>Ольха черная:</b> Проекция крон в плане - Q = 1.00.</p>
Ель	<p><b>Цвет:</b> зеленый (115) - P = 0.52, Желтый-1 (71) - P = 0.22, рыжий (114) - P = 0.09.</p> <p><b>Проекция крон в плане:</b> Узорчатая - P = 0.39, Округлая - P = 0.22, Неправильно-округлая - P = 0.22, Угловатая - P = 0.09.</p> <p><b>Падающая тень:</b> Не заметна - P = 0.96.</p> <p><b>Выпуклость кроны:</b> Остроконечная - P = 0.74, Ясно выражена - P = 0.17, Слабо заметна - P = 0.09.</p> <p><b>Размеры проекций кроны:</b> 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-</p>	<p>Отличается от:</p> <p><b>Береза:</b> Цвет - Q = 0.90, Выпуклость кроны - Q = 0.99, Проекция крон в плане - Q = 1.00.</p> <p><b>Сосна:</b> Цвет - Q = 0.80, Просматриваемость в глубину - Q = 0.93, Выпуклость кроны - Q = 0.97, Форма промежутков - Q = 0.99.</p> <p><b>Ольха черная:</b> Выпуклость кроны - Q = 1.00.</p>

Результаты камерального анализа признаков дешифрирования, полученные всеми таксаторами, группируют по преобладающим породам (древостоям элементов леса) и группам возраста. На основании рядов распределения признаков и анализа их информативности составляются сводные таблицы признаков с определением достоверности дешифрирования (по форме Приложения б). Сводные таблицы предназначены для того, чтобы исполнители в процессе распознавания древесных пород при дешифрировании акцентировали внимание на оценке тех или иных признаков дешифрирования в определенной последовательности.

### 2.7.3. Изучение ландшафтных признаков дешифрирования

#### 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 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 аэрокосмических снимков.

К ландшафтным признакам дешифрирования относятся признаки, характеризующие территориальную приуроченность насаждений к тем или иным элементам ландшафта. Наиболее важное значение ландшафтные признаки дешифрирования приобретают при дешифрировании мелкомасштабных аэрокосмических изображений (снимков), поскольку характерной особенностью последних являются высокий уровень генерализации изображения и широкая обзорность местности.

Изучение ландшафтных признаков дешифрирования выполняется в три этапа: подготовительный, полевой и камеральный. В ходе подготовительного этапа собираются планово-картографические, литературные и таксационные материалы по каждому ландшафту отдельно. Проводится предварительное районирование объекта работ. Выделяются ландшафты и более мелкие природно-территориальные единицы. Составляется предварительная схема типов леса, и разрабатываются предварительные ландшафтные признаки 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 рельефа, 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 аэрокосмических съемок рисунка и густоты гидрографической сети, как важнейших индикаторов почвенно – грунтовых (следовательно, лесорастительных) условий. Достаточно исчерпывающее представление о густоте и рисунках гидрографической сети дают классификации Парвиса, Уея, Хортонa.

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 таблица, 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 (по лесообразующим породам);

- встречаемость лесообразующих пород по грациям высот над уровнем моря в разрезе типов лесорастительных условий.

## Ландшафтные признаки 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	частое	редкое	частая	редкая	частая	редкая	Преобладает	Встречается реже	

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 аэрокосмическим изображениям (снимкам).

При дешифрировании космических изображений (снимков) ландшафтные признаки используются совместно с морфологическими и довольно часто имеют первостепенное значение для получения достоверной таксационной характеристики насаждений.

### 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 таксации лесов дешифровочным способом по материалам ДЗЗ пространственного разрешения в пределах 0,3–0,5 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 генерализированные выделы, имеющие

хорошо различимые естественные границы, анализируются с использованием фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования и проводятся границы между выделами (п. 2.8.1). Использование ландшафтных признаков повышает достоверность определения типов лесорастительных условий и, как следствие, связанных с ним таксационных показателей.

## **2.8. Дешифрирование аэрокосмических изображений (снимков)**

При подготовке аэрокосмических изображений (снимков) к лесному стереоскопическому дешифрированию на АРМ 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).

### *2.8.1. Контурное стереоскопическое дешифрирование*

#### **ПОРЯДОК РАБОТ ПРИ КОНТУРНОМ ДЕШИФРИРОВАНИИ**

Контурное дешифрирование – установление границ (контуров) выделов в стереорежиме. Следует иметь в виду, что контурное дешифрирование неотделимо от таксационного, поскольку, чтобы установить фактические границы выделов, исполнитель должен предварительно оценить таксационную характеристику каждого из них (пусть и в приближенном виде). Критериями разграничения выделов служат различия 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 поводом для проведения границ (контуров) выделов. Анализ стереоизображений, как правило, выполняется в масштабе издаваемых лесных карт (планшетов лесоустроительных). 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;
- генерализация таксационных выделов;
- детализация таксационных выделов.

В первую очередь *анализируется стереомодель всего выбранного квартала с целью изучения характера рельефа, его 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 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 рассматривании. Основанием для разграничения выделов могут служить и ясно 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. 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 и выявляются различия между ними.

При установлении границ между выделами необходимо пользоваться комплексом 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 насаждения, часто нет очевидных (четко различимых) границ между таксационными выделами – изменение лесотаксационных показателей, как правило, происходит постепенно.

Подготовка к контурному дешифрированию материалов съемки камерой VisionMapA3 заключается в следующем:

– формирование в Photomod проекта на объект работ с материалами съемки, необходимыми растровыми и векторными слоями (границами лесничества, квартальными просеками, границами особо защитных участков и категорий защитных лесов, элементами гидрографической и дорожной сети, фрагментами лесных карт, данными спутникового геопозиционирования и другими),

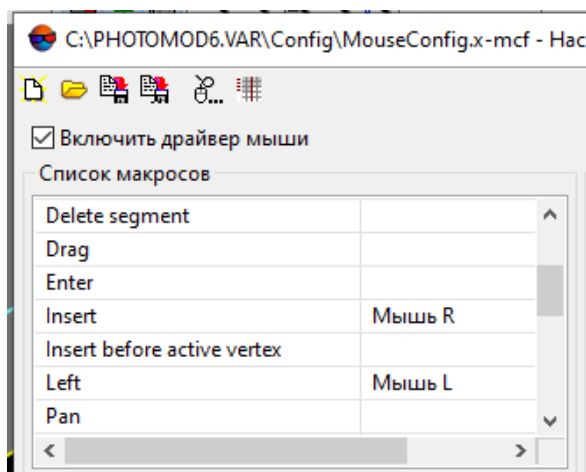
– создание нового векторного слоя (слоев) для сохранения результатов контурного дешифрирования.

### ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Перед началом работы по контурному дешифрированию следует установить настройки в окне стереопары: включить стереорежим, режим с фиксированным параллаксом и фазу просмотра стерео .

Векторный слой, на котором будут сохраняться результаты контурного дешифрирования, сделать активным и редактируемым в диспетчере слоев.

Убедиться, что в меню *Сервис* должен включен пункт *Включить драйвер мыши*, в пункте *Настройка мыши* установлено соответствие *Insert – Мышь R*.



Векторизация выполняется полилиниями, или полигонами с использованием точного примыкания координат вершин (снэппинга). Особенности создания, редактирования, удаления векторных объектов подробно описаны в документации Photomod (раздел Векторизация) и п. 2.6.2 данного Руководства.

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; избыточное число вершин будет приводить к снижению темпов работ и

быстрой утомляемости дешифровщика; недостаточное число вершин 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);

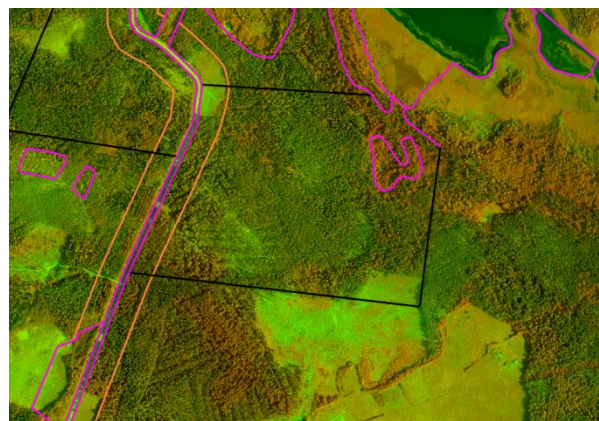
– придерживаться рекомендуемых Лесоустроительной инструкцией размеров выделов, избегая выделения как слишком мелких, так и слишком крупных выделов,

– при векторизации придерживаться определенного диапазона масштабов (рекомендуемый диапазон масштабов от 1:3000 до 1:10 000) с учетом масштаба выходных картографических материалов; это позволит избегать создания мелких выделов и выделов с узкими, вытянутыми границами (что характерно при дешифрировании материалов ДЗЗ с высоким пространственным разрешением).

Пример последовательного контурного дешифрирования части лесотаксационного квартала приводится ниже.



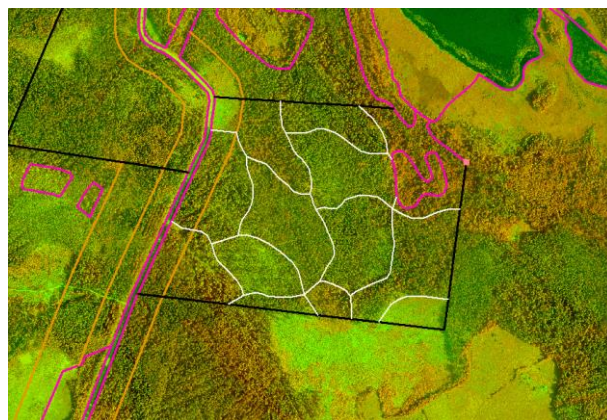
**а**



**б**

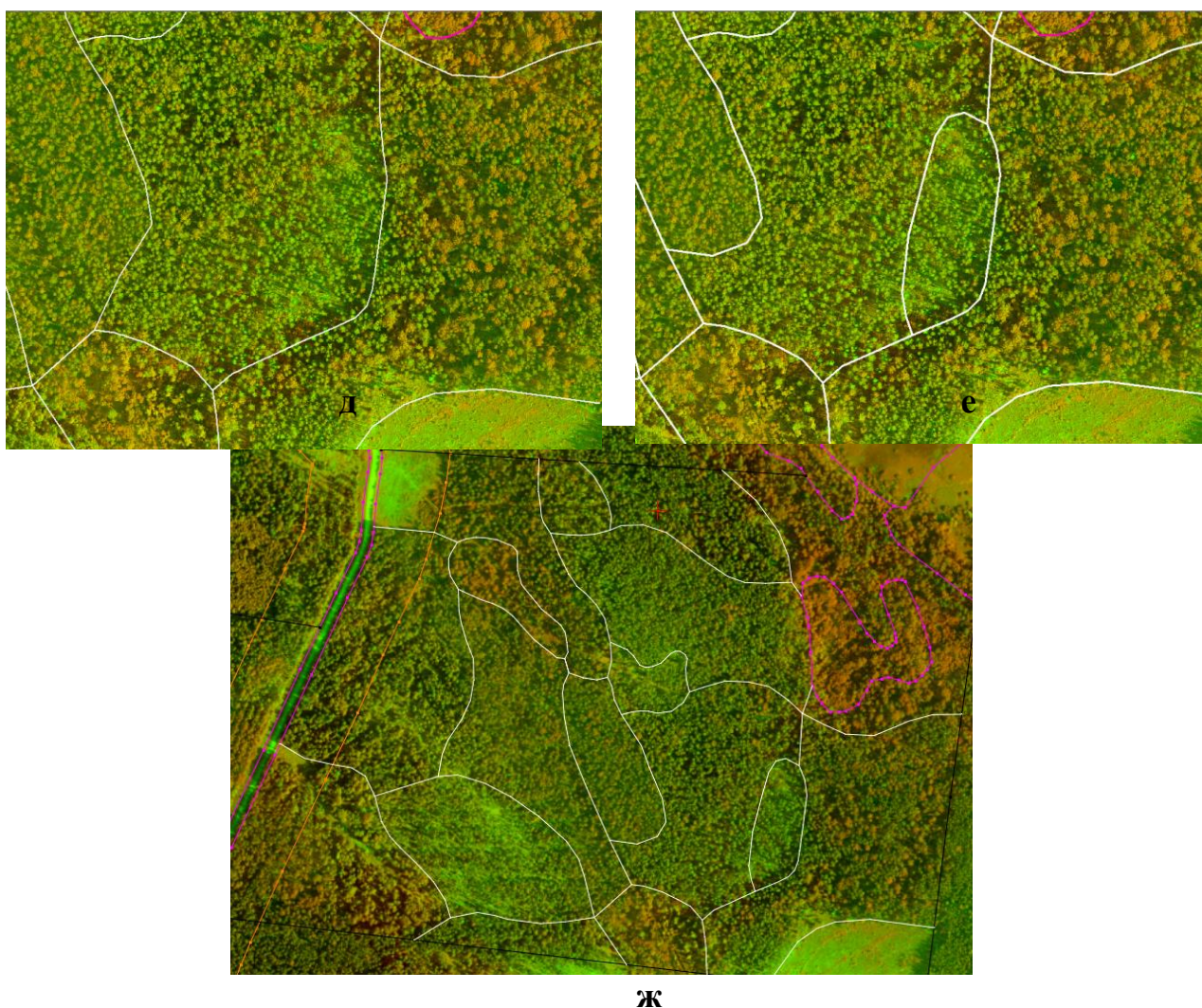


**в**



**г**





Пример пошагового 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** – увеличенные части генерализованных выделов, **е** – выделение после анализа в стереорежиме отдельного выдела по разнице лесотаксационных характеристик, **ж** – результат контурного дешифрирования 140 квартала Джатиевского лесничества Ленинградской области.

При выполнении контурного дешифрирования допустимо создание границ выделов в виде полилиний или полигонов (п.6.2).

### *2.8.2. Определение основных таксационных показателей выдела*

#### **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 измеряются

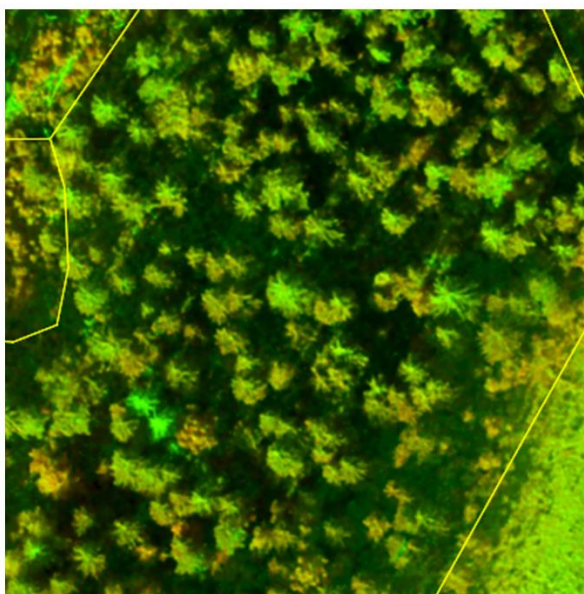
такие таксационные показатели, как высота элемента леса, диаметр кроны, степень сомкнутости полога, количество деревьев.

На этапе таксационно-дешифровочной тренировки дешифровщики знакомятся 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.

### Материалы аэросъемки камерой Vision Map A3 – CIR.

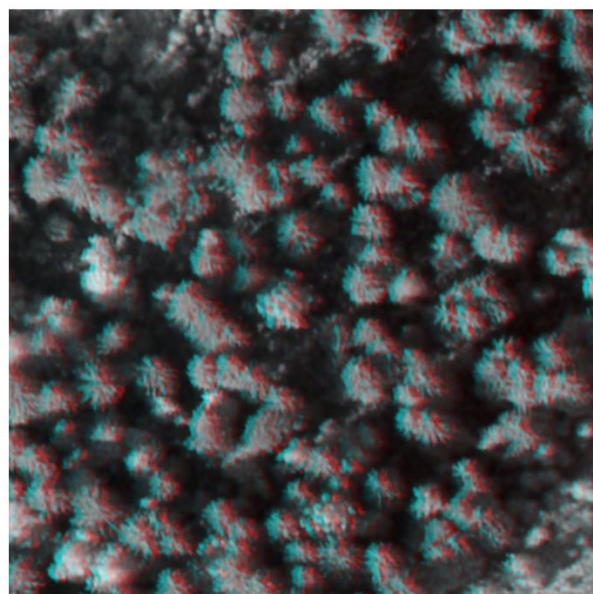
Моноизображение

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 <sup>3</sup> /га
Приозерское Джатиновское	152	40	8Е1С1Б	2	КС	90	25	28	0,7	290

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

- 1) Подготовка участка для дешифрирования в Photomod:
  - в проекте объекта работ (лесничества) выбрать квартал и выдел для дешифрирования, установить оптимальный для работы масштаб, отключить лишние слои,
  - открыть стереопару на выбранный участок.
- 2) Определение предварительной формулы состава с использованием таблицы признаков дешифрирования.
- 3) Глазомерная оценка в диапазоне масштабов 1:5000 – 1:10000 следующих характеристик выдела: расположения выдела относительно соседних, характера рельефа и гидрографии, наличия мелиоративных каналов, степени затронутости хозяйственными мероприятиями, тона изображения полога леса. Определение типа леса.

- 4) Глазомерная оценка в диапазоне масштабов 1:2000 – 1:5000 цвета горизонтальных проекций крон деревьев, их текстуры, размеров и густоты, просматриваемости полога в глубину, расстояния между кронами деревьев, наличия подроста и второго яруса, разновозрастности и разновысотности древостоя. Определение возраста элементов леса и бонитета насаждения.
- 5) Определение относительной полноты насаждения аналитическим путём на основе признаков дешифрирования, полученных в ходе глазомерного просмотра лесного участка в разных (мелком и крупном) масштабах. На начальных этапах дешифрирования рекомендуется определять полноту насаждения через взаимосвязи между сомкнутостью полога и полнотой.
- 6) Определение преобладающей породы и коэффициентов состава насаждения измерительным или аналитическим способом в диапазоне масштабов 1:500 – 1:2000.
- 7) Измерение высот и диаметров крон элементов леса.
- 8) Окончательное установление возраста, типа леса, бонитета по результатам измерений и признакам дешифрирования. Следует учитывать, что очередность дешифрирования типов леса (условий местопроизрастания), классов бонитета, классов (групп) возраста как взаимосвязанных показателей зависит от конкретных условий. В первую очередь определяют тот показатель, который дешифрируется наиболее уверенно.
- 9) Определение запаса насаждения по стандартным таблицам по высоте яруса и преобладающей породе.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Определение таксационных характеристик дешифрируемых насаждений 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. 2.7.2). 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:

- 1) В стереорежиме просмотреть изображение выдела сначала в мелком, затем в более крупном масштабе.
- 2) По совокупности видимых на снимке крон деревьев в выделе определить представленность отдельных древесных пород в процентном соотношении.

- 3) При помощи данных натурных работ по пробным площадям и выделам определить долю невидимых на снимке крон деревьев по каждой породе.
- 4) Определить коэффициенты состава древесных пород с учетом их запаса на выделе. Записать формулу состава в карточку таксации.


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 дешифрировании, часто не соответствует той формуле состава, которая определяется при наземной таксации вследствие того, что не все деревья выходят в верхнюю часть полога и видны на снимках. Поэтому при дешифрировании еловых насаждений со значительной примесью берёзы или сосны, имеющих относительно большие кроны, желательно 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. 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).

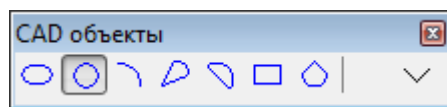
Поэтому, в начале работ по камеральному дешифрированию снимков необходимо применять корреляционную связь между «дешифровочным» и истинным составом насаждений, установленную на объектах обучающей выборки – таксационно-дешифровочных полигонах.

Также на подготовительном этапе работ важно учитывать биологические особенности древесных пород, произрастающих на изучаемой территории. В зависимости от древесной породы деревья 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.

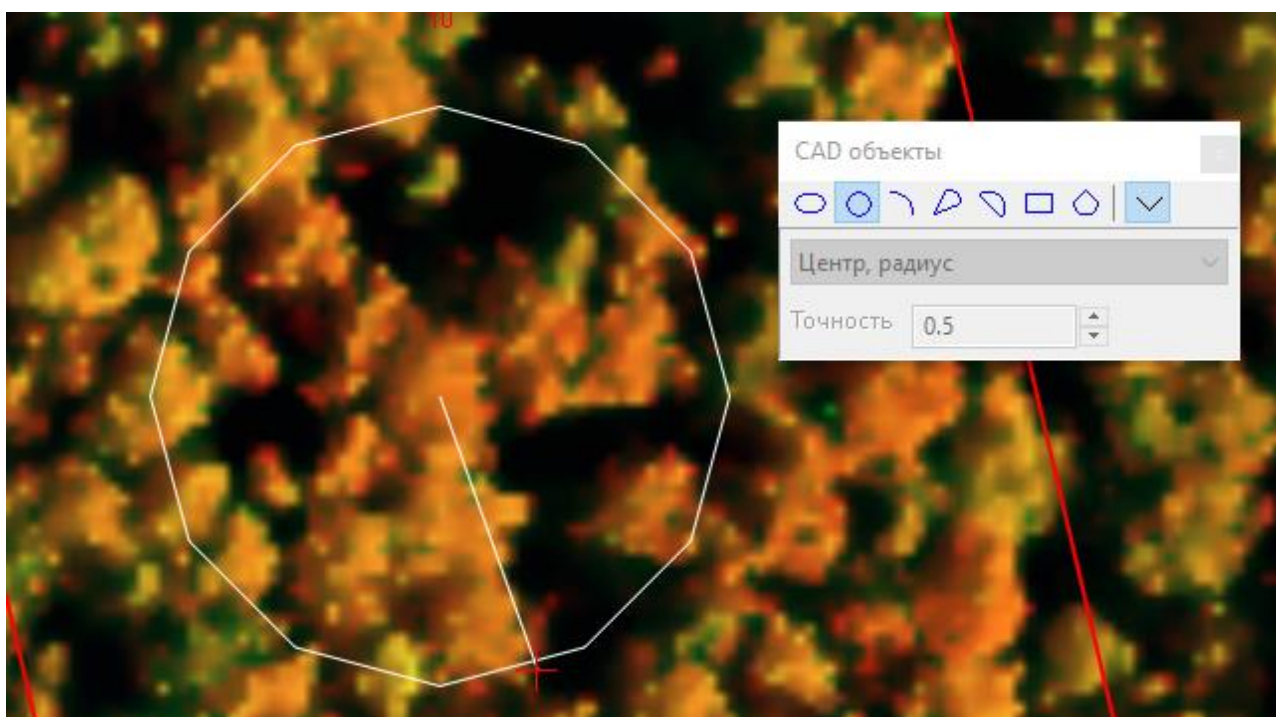
Для контроля при определении состава рекомендуется сравнивать изображение дешифрируемого выдела со стереограммой – аналогичным или близким по составу выделом, подобранным из фототеки стереопар типичных насаждений. В сложных насаждениях состав видимого полога может быть определен с помощью точечных или круговых палеток (площадок).

Пример определения состава видимой части полога с помощью круговой палетки:

- создать новый векторный слой, сделать его активным и редактируемым,
- на панели инструментов *Векторы* выбрать клавишу *CAD объекты* ;
- на открывшейся панели *CAD объекты* выбрать *Окружность*;

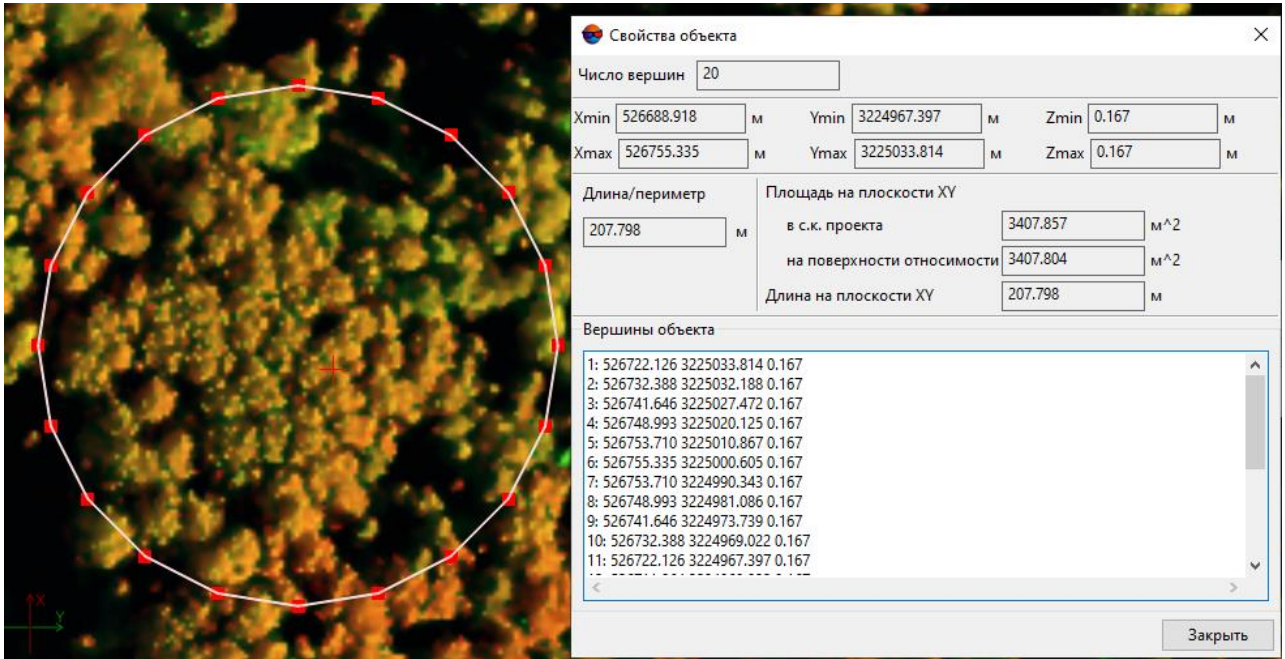


- по снимку выбрать небольшой характерный для изучаемого выдела участок, соответствующий средней характеристике выдела,
- определить центр будущей круговой площадки правой клавишей мыши;
- нажать левую клавишу мыши, и, не отпуская ее, задать диаметр круга;
- для завершения создания круговой палетки нажать *Enter*.



В мелких выделах достаточно одной круговой площадки. В выделах с большой площадью или сложной конфигурацией необходимо закладывать 2-3 площадки в разных частях выдела. Рекомендуемая площадь круговой палетки должна составлять 0.1-0.2 га

Для определения площади круговой площадки необходимо выделить ее двойным щелчком мыши, затем нажать букву *I* на клавиатуре.



Порядок определения формулы состава:

- 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 аэрофотоснимке определить окончательную формулу состава (долю невидимых на снимке крон деревьев можно оценить по данным пробных площадей).

### Пример определения формулы состава

Количество видимых на снимке горизонтальных проекций крон деревьев на круговой площадке: сосны ( $n_C$ ) – 20 шт., ели ( $n_E$ ) – 10 шт., берёзы ( $n_B$ ) – 5 шт.

Средний диаметр ствола на высоте груди: сосны ( $d_C$ ) – 30 см, ели ( $d_E$ ) – 30 см, берёзы ( $d_B$ ) – 20 см.

Средняя площадь поперечного сечения одного дерева по каждой породе:

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

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

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

Здесь  $S_C$  – площадь поперечного сечения сосны,  $S_E$  – площадь поперечного сечения ели,  $S_B$  – площадь поперечного сечения березы.

Сумма площадей сечений по каждой породе:

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

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

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

Общая сумма площадей сечений для всех пород на круговой площадке  $\sum S_{Общ}$  составит

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

Коэффициенты состава отдельных пород определяются на основе соотношения сумм площадей поперечного сечения:

$$K_C = \frac{\sum S_C * 10}{\sum S_{Общ}} = \frac{1.4 * 10}{2.25} = 6$$

$$K_E = \frac{\sum S_E * 10}{\sum S_{Общ}} = \frac{0.7 * 10}{2.25} = 3$$

$$K_B = \frac{\sum S_B * 10}{\sum S_{Общ}} = \frac{0.15 * 10}{2.25} = 1.$$

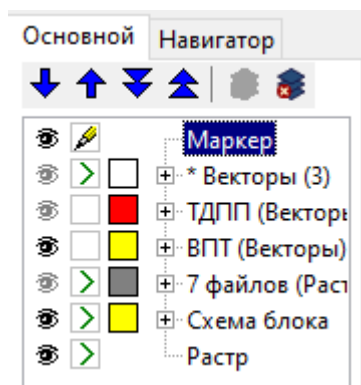
Здесь  $K_C$  – коэффициент состава сосны,  $K_E$  – коэффициент состава ели,  $K_B$  – коэффициент состава березы.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ВЫСОТЫ ЭЛЕМЕНТА ЛЕСА И ЯРУСА

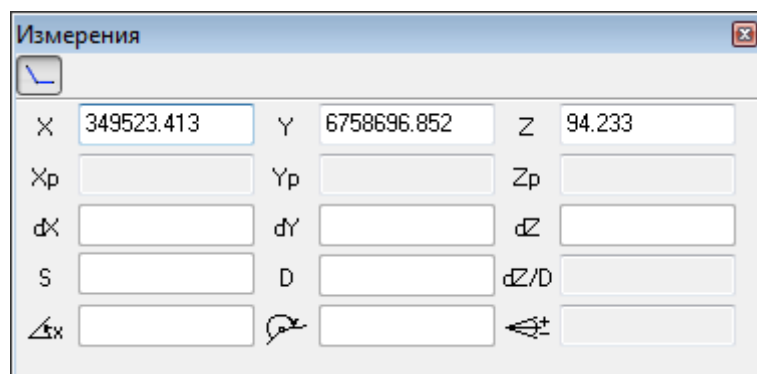
Высоты элементов леса определяют путем измерений превышений точек в стереорежиме. В небольших по площади выделах измеряются 4-5 деревьев со средними и по два дерева с максимальным и минимальным значениями высот. В выделах с большой площадью или сложной конфигурацией измерения высот деревьев выполняются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

Последовательность действий для измерения высот деревьев в программе Photomod:

- в меню *Сервис* должен быть включен пункт *Включить драйвер мыши*, в пункте *Настройка мыши* установлено соответствие *Insert – Мышь R*,
- сделать активным слой *Маркер* в окне *Диспетчер слоев*,



- открыть окно измерений ;

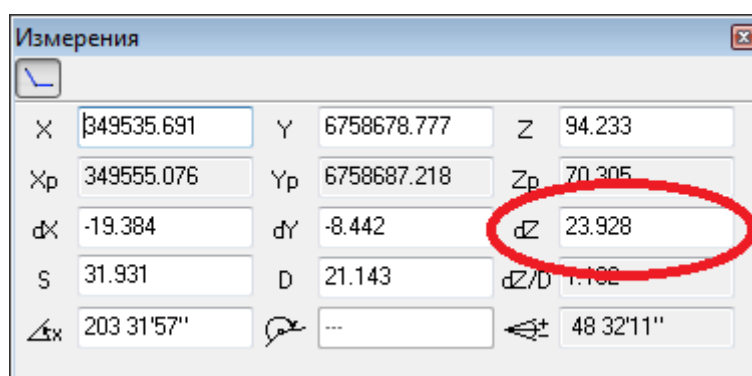


- выбрать на снимке дерево для определения высоты;
- найти на снимке место для определения высоты на уровне земли (хорошо просматриваемый участок земной поверхности, свободный от растительности рядом с выбранным деревом);
- установить удобный для просмотра масштаб (рекомендуется для определения средней 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 визуальнo 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*.



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 натуральных работах.

В отдельных случаях (для малопредставленных составляющих пород, при плохой просматриваемости вершин деревьев или земной поверхности, высокой сомкнутости полога) определение высот элементов леса допустимо выполнять иными способами – глазомерно, по аналогии с известной высотой


яруса или элементов леса в соседних выделах, либо путем измерения относительной разницы с известными высотами соседних деревьев.

### 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:

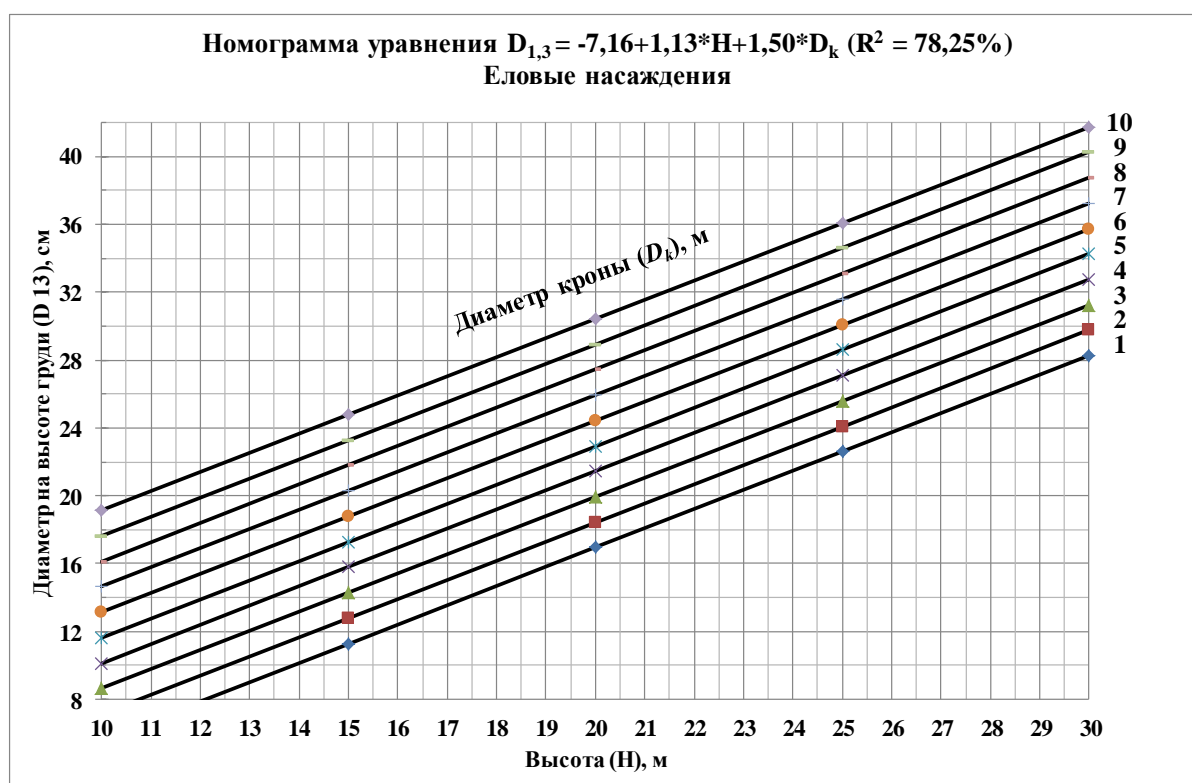
- открыть окно измерений на панели 2D-окна  ;
- поместить маркер на край кроны;
- зафиксировать положение маркера, нажав кнопку *Insert* или правую клавишу мыши;
- поместить маркер левой клавишей мыши на противоположный конец кроны.



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

Измерения					
X	349537.566	Y	6758673.555	Z	100.000
Xp	349531.771	Yp	6758684.043	Zp	100.000
dX	5.795	dY	-10.488	dZ	0.000
s	11.982	D	11.982	Z/D	0.000
αx	298°55'17"				0°00'00"

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.



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ НАСАЖДЕНИЯ

Полнота насаждения определяется при дешифрировании в стереорежиме. Глазомерный способ определения относительной полноты включает следующие этапы:

1. Глазомерная оценка соотношения площади, занимаемой кронами деревьев, к общей площади выдела (определяющим показателем при этом служит размер промежутков между кронами). Следует учитывать пустые, не закрытые проекциями крон, места на снимке.
2. Выявление в выделе второго яруса.

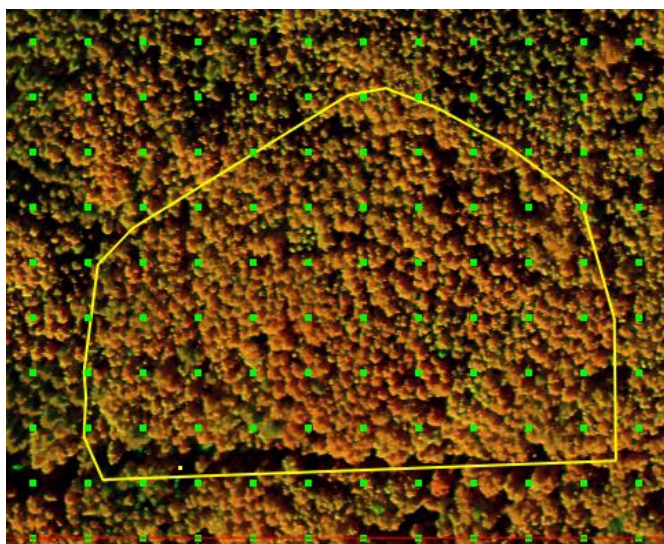
3. Оценка (по результатам обработки данных пробных площадей) возможной доли невидимых горизонтальных крон деревьев. Учитываются породный состав, условия местопроизрастания, возраст древостоя.
4. Определение относительной полноты насаждения с учетом личного опыта дешифровщика и имеющихся образцов – эталонов (из фототеки эталонов). При определении относительной полноты учитываются просматриваемость полога в глубину, состав и возраст насаждения, знания о строении насаждений.

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

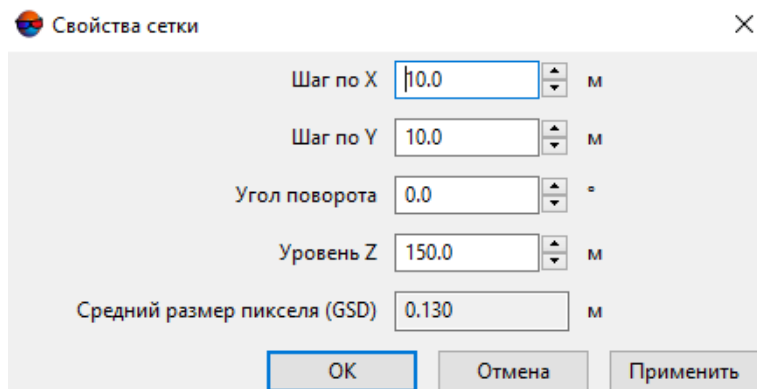
В программе Photomod реализована функция определения сомкнутости полога. По значению сомкнутости полога можно определить относительную полноту насаждения через установленные взаимосвязи.

Последовательность действий по определению относительной полноты в программе Photomod:

1. Открыть стереопару для выбранного выдела.
2. Создать сетку – слой с регулярно расположенными точками: *Сетка – Создать*. Нажать *Shift* и, не отпуская её, левой клавишей мыши обвести прямоугольный участок вокруг выдела. В окне *Диспетчера слоев* будет создан новый векторный слой *Сетка*.

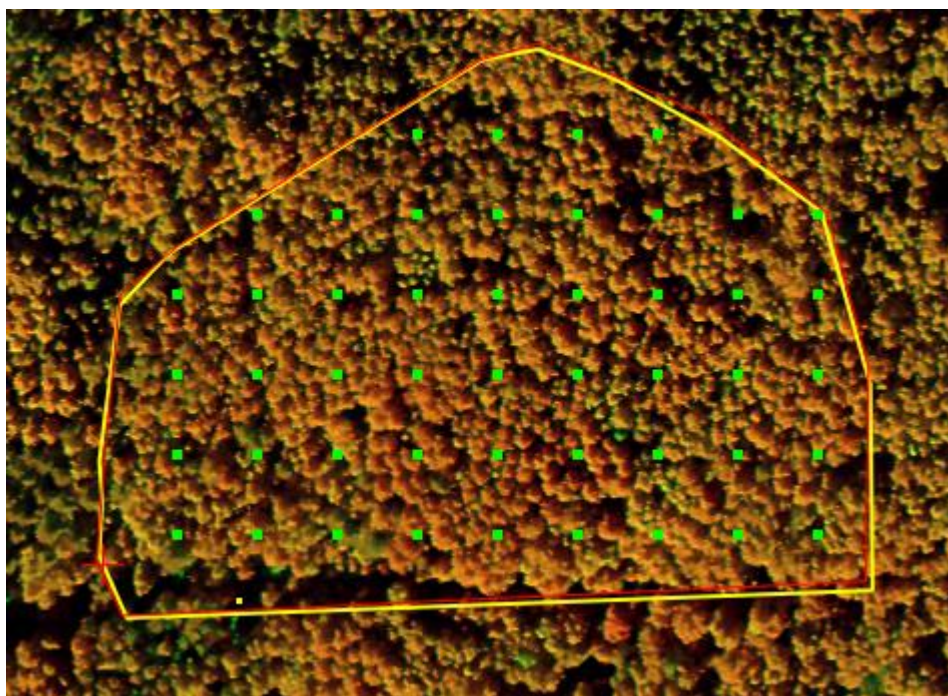


В меню *Сетка – Свойства* указать шаг сетки.




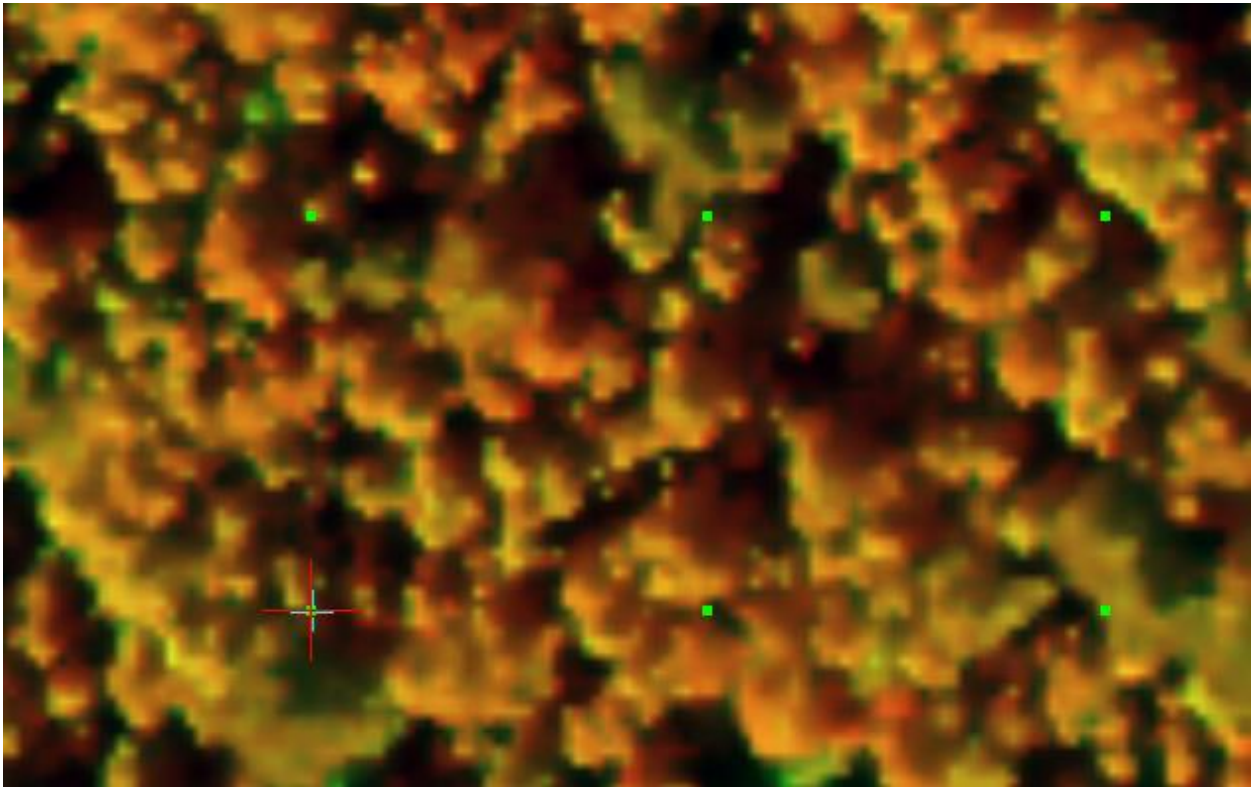
3. Создать векторный слой *Векторы – Создать слой*. На новом слое создать полигон близкий по границам с лесотаксационным выделом.

4. Выбрать *Сетка – Создать границы из векторов*. В результате прямоугольный участок с точками сетки будет обрезан по границе выдела.




5. Сделать активным слой *Сетка* в *Диспетчере слоев*.

6. Выбрать *Векторы – Режим профилирования – Включить* или нажать кнопку  дополнительной панели инструментов *Режим профилирования*. В результате маркер будет установлен в первый узел сетки.

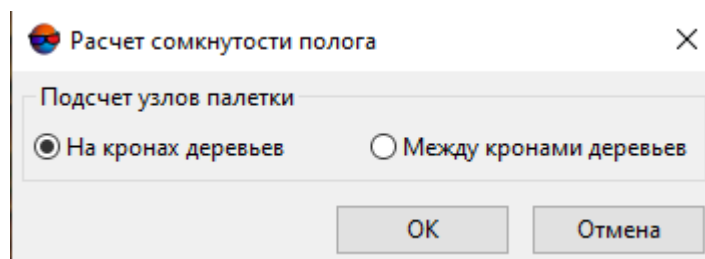


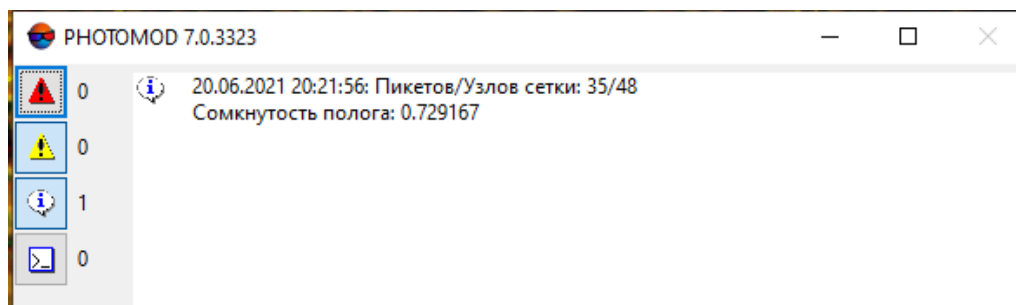
7. Далее необходимо последовательно присвоить каждому узлу сетки значение сомкнутости полога. Если узел сетки попадает на крону дерева, следует нажимать Enter, если нет Delete. Переход к следующему узлу сетки происходит автоматически. Для возврата на предыдущий узел сетки нажмите клавишу Backspace. После прохода всех узлов сетки выдается сообщение *Обход завершен*. Нажать *Ок*.

8. Сделать активным слой *Векторы* в окне диспетчера слоев.

9. Выбрать *Векторы – Атрибуты – Расчет сомкнутости* или нажать клавишу *Рассчитать сомкнутость полога*  на панели инструментов *Векторы*.

10. Выбрать *Подсчет узлов палетки – На кронах деревьев*, нажать *ОК*. В результате будет определено значение сомкнутости полога.





### **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. Определение типа леса следует выполнять с учетом совокупности всех признаков, отражающих как особенности самих насаждений (состав, строение полога и характер расположения деревьев, степень сомкнутости полога), так и особенности элементов ландшафта местности, находящих изображение на аэрофотоснимках, в том числе рельефа местности, почвогрунтов, увлажнения и гидрографии.

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

Цвет изображения полога леса на спектрзональных снимках – важный показатель при определении типов леса, так как насаждения в различных условиях местопроизрастания имеют неодинаковые цветовые характеристики. Так, например, напочвенный покров в сухих борах, состоящий 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 относительно исследуемого лесного участка, а также на наличие или отсутствие мелиоративных каналов, поскольку степень увлажнения почвы напрямую влияет на условия местопроизрастания и на плодородие почвы.

Зная особенности элемента ландшафта исследуемого участка (располагается в низине, на возвышенности, на склоне горы, на освещенной или затененной части склона, в поймах рек), можно определить 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 натуральных 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 расширенная схема типов леса, которая составляется для каждого конкретного региона страны. Пример – расширенная 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 В <sub>2</sub>	Спабовхолмистые или почти ровные хорошо дренированные равнины	Мелкогумусные подзолистые супесчаные и суглинистые А <sub>0</sub> - 3 - 5 см А <sub>1</sub> - 10 - 15 см А <sub>2</sub> - 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, мхи: хилокомиум, ритидиальфельфус, плеуроциум	Вейниковые (В)
Черничная (ЧР)	Сосняк черничный свежий (ЧС) (на песках - коренной тип, на супесях и суглинках - временный, вместе с ельником)	2-3 А <sub>2</sub>	Равнины с нормальным и ослабленным дренажем	Грубогумусные средние и сильно подзолистые, супесчаные и суглинистые А <sub>0</sub> - 6 - 8 см А <sub>1</sub> - 0 - 10 см А <sub>2</sub> - 5 - 40 см	Сосновый, примесь ели и березы	Еловый различной густоты	Средней густоты рябина, могоже вельник, ива, крушина	Черника, вейник, реж брусника, костяника, майник, марьянник, мхи: хилокомиум, плеуроциум, дикранум	Кипрейные (К)
Черничная (ЧР)	Сосняк черничный влажный (ЧВ) Сосняк черничный влажный осушенный (ЧВО)	3-4 А <sub>2</sub>	Равнины с ослабленным дренажем	Влажные грубогумусные торфянисто-грубогумусные, подзолистые и подзолы, песчаные, супесчаные и суглинистые А <sub>0</sub> - 7 - 12 см А <sub>1</sub> - 5 - 8 см А <sub>2</sub> - 5 - 40 см	Сосновый, примесь ели и березы	Еловый различной густоты	Средней густоты - рябина, могоже вельник, ива, крушина	По микроповышениям - черника, брусника, майник, хилокомиум, плеуроциум; по микропонижениям - хвощ лесной, осоки, кукушкин лен, сфагнум	Долгомошнорейниковые (ДВ)
Долгомошная (ДЛ)	Сосняк долгомошный (ДЛ) Сосняк долгомошный осушенный (ДЛО)	3-4 А <sub>2</sub>	Плавные понижения среди холмов, на равнинах с длительным увлажнением застойными водами	Торфянистые и торфянисто-перегнойные, подзолисто-глеетовые, 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, рассеянно 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.

### 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 изображению (снимку). В низкобонитетных хвойных насаждениях кроны отдельных деревьев разрежены. 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 материалам дистанционного зондирования, можно найти дополнительные признаки для дешифрирования классов бонитета.

Из косвенных признаков особо важную роль для определения класса бонитета играют 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)
1Б-2	Участок в поймах рек на повышенных и дренированных местах или вдали от рек на возвышенных элементах рельефа
3	Участок на обширных ровных пространствах с затрудненным стоком
4	Избыточно увлажненные участки со слабопроточным режимом вблизи рек
5-5Б	Бессточные котловины, сильно заболоченные понижения

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

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ВОЗРАСТА

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

#### **Прямые признаки определения возраста при дешифрировании**

С увеличением возраста древостоев, как правило, увеличиваются размеры проекций кроны деревьев, их цвет становится более темным, растут промежутки между кронами деревьев. С возрастом изменяется форма кроны –

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.

Таким образом, при определении возраста древостоя необходимо учитывать размеры и формы крон, их густоту, стереоскопическую высоту деревьев, колебания размеров крон и высот деревьев, а также цвет изображения проекций крон и плотность теней. Особое внимание следует обращать на размеры и густоту крон, так как они с возрастом изменяются сильнее других показателей. Характер изменения форм крон с возрастом зависит от региона.

### **Косвенные признаки определения возраста при дешифрировании**

При определении возраста элемента леса необходимо учитывать приуроченность изучаемого участка древостоя к тому или иному элементу ландшафта. Лесотаксационный выдел может располагаться в неблагоприятных условиях местопроизрастания, например, в низине (быть заболоченным) или на вершине склона с сухой и малоплодородной почвой. В таких условиях деревья развиваются медленно, их высота и размеры крон могут значительно отличаться от деревьев той же породы и того же возраста, но растущих на более плодородных почвах.

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 насквозь не просматривается.

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

## **2.9. Контроль лесного стереоскопического дешифрирования с оценкой качества таксации (точности)**

Контроль лесного стереоскопического дешифрирования с оценкой качества таксации (точности) осуществляется постоянно на всех этапах производственного процесса.

Важнейшее значение имеет оценка точности дешифрирования каждого исполнителя в начале дешифровочных работ, выполняемых на завершающей стадии таксационно-дешифровочной тренировки. Результаты этой оценки служат основой для допуска исполнителя к производственному дешифрированию и во многом определяют качество лесного дешифрирования и таксации лесов в целом.

По результатам контрольного дешифрирования, выполняемого с целью оценки готовности исполнителя к производственной таксации дешифровочным способом, для каждого исполнителя составляются сличительные ведомости, дается оценка точности таксации лесов дешифровочным способом и решается вопрос о допуске исполнителя к самостоятельному контурному и таксационному дешифрированию аэрокосмических изображений (снимков) (Приложение 7). Оценка точности повыведельного 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:
  - по высоте:  $\pm 10\%$ ;
  - по коэффициенту состава:  $\pm 2$  единицы;
  - по возрасту лесного насаждения:
    - до 40 лет  $\pm 10$  лет;
    - от 40 до 100 лет  $\pm 20$  лет;
    - старше 100 лет  $\pm 30$  лет;
  - по полноте древостоя:  $\pm 0,2$  ед. полноты;
- по группе типов лесорастительных условий: правильное определение не менее, чем в 75% случаев;
- по классу бонитета: правильное определение не менее, чем в 75% случаев;
- по категории не покрытых лесной растительностью земель: правильное определение не менее, чем в 95% случаев;
- по категории 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%.

В ходе выполнения производственных работ по таксации лесов объекта работ дешифровочным способом контролируются все операции общего технологического процесса и сдаваемые Заказчику материалы. Руководитель группы, объекта работ осуществляет текущую проверку и соответствующий инструктаж работы исполнителей повседневно, а оценочный контроль качества работ – с оформлением акта ежеквартально.

По результатам таксации лесов дешифровочным способом по объекту работ в целом выполняется контрольная общая оценка качества (точности) выполненных работ с оценкой достоверности полученных средних таксационных характеристик в целом по объекту работ.

В качестве объекта оценки достоверности таксационных характеристик выделов отбирается одно участковое модальное лесничество, показатели атрибутивной и картографической базы последнего лесоустройства которого в наибольшей степени приближены к средним данным по всему объекту работ.

Оценка достоверности полученных таксационных характеристик объекта работ производится на основе выборочного статистического обследования таксационных выделов, сгруппированных в соответствующие лесные страты.

Страты формируются на основе существующей базы данных лесоустройства или данных ГЛР по следующим таксационным показателям или их группам: преобладающие или группы преобладающих пород, классы, группы классов возраста или группы возраста, классы или группы классов бонитета, относительные полноты или группы полнот, то есть показателей, определяющих экономическую эффективность использования лесов.

По каждой образованной страте вычисляется среднее квадратическое отклонение и коэффициент варьирования запаса на 1 га, на основании чего по стандартным формулам рассчитывается объем контрольной выборки по каждой страте и суммарно – в целом по модальному лесничеству, т.е. число выделов, в которых необходимо выполнить контрольную таксацию леса.

Размещение на территории модального лесничества установленного для наземных работ количества контрольных выделов осуществляется систематическим способом, используя ортофотоплан, планы лесонасаждений и таксационные описания.

Контрольная таксация выделов выборочной совокупности выполняется глазомерно-измерительным способом выборочно - измерительным (реласкопическим) методом или в отдельных исключительных случаях (при очень густом подросте) – выборочно - перечислительным методом площадками постоянного радиуса.

Количество реласкопических или перечетных площадок, а также их радиусы, в зависимости от требуемой точности таксации, величины выдела, полноты насаждения устанавливается в соответствии с существующими требованиями.

После проведения контрольной таксации, обработки полевых материалов, расчетов средних таксационных показателей и средних квадратических отклонений по данным таксации лесов дешифровочным

способом и контрольным данным выполняется анализ полученных результатов и их сравнительная оценка. С этой целью составляется сличительная ведомость данных таксации лесов дешифровочным способом и контрольной таксации. Ведомость составляется для каждой страты отдельно. В итоге определяется оценка точности таксации лесов дешифровочным способом среднего запаса на 1 га, средней высоты яруса, средней полноты страты – в абсолютных величинах и в процентах. Производится анализ имеющихся отклонений по запасу.

### **ЧАСТЬ 3. УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ МЕТОДАМ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Необходимость и актуальность организации подготовки специалистов по дистанционным методам в лесном хозяйстве связаны с рядом обстоятельств:

- потребностью выполнения массовых работ по таксации лесов дешифровочным способом,

- несоответствием современного уровня подготовки студентов лесохозяйственных вузов и техникумов в области дистанционных методов современным производственным задачам и техническому уровню,

- многолетним застоем, техническим и технологическим отставанием в области дистанционных методов в лесном хозяйстве (в отрасли используется ограниченный состав материалов ДЗЗ; технологии и инструменты лесного дешифрирования не меняются с 1980-х гг.; процессы обработки и представления материалов аэрокосмосъемки во многом несовершенны).

Потребность в совершенствовании подготовки специалистов по дистанционным методам в лесном хозяйстве подтверждается решениями ряда научно-практических и научно-образовательных конференций, проводимых в РФ на разных уровнях.

Основная задача, на которую направлена разработка учебных программ – подготовка специалистов лесной отрасли для выполнения массовых работ по таксации лесов дешифровочным способом с использованием современных материалов ДЗЗ и специального программно-аппаратного обеспечения. Целевой аудиторией для обучения будут специалисты лесохозяйственных организаций, сотрудники лесничеств, студенты лесных вузов и техникумов.

Предлагаемая система подготовки специалистов по лесному дешифрированию в первую очередь направлена на углубленную практическую подготовку специалистов лесохозяйственных организаций (учреждений) для решения производственных задач по таксации лесов дешифровочным способом. При этом считается, что специалисты имеют базовое лесотехническое образование, обладают опытом выполнения лесоучетных работ и минимальными знаниями в области дистанционных методов. Обязательными компонентами обучения должны быть учебная практика на учебно-тренировочном полигоне, знание теоретических основ дистанционных методов, выполнение лабораторных работ по лесному дешифрированию.

Предлагаются две программы подготовки специалистов:

1. Программа начального профессионального обучения специалистов приемам и методам лесного стереоскопического дешифрирования для целей таксации лесов дешифровочным способом (80 ч).

2. Программа производственно-технической подготовки специалистов-дешифровщиков для целей таксации лесов дешифровочным способом (120 часов).

# ПРОГРАММА НАЧАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИЕМАМ И МЕТОДАМ ЛЕСНОГО СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ (80 ЧАСОВ)



## 1. Виды и Методика лесного дешифрирования материалов ДЗЗ (8 часов):

- Классификация признаков дешифрирования и их информативность на различных материалах ДЗЗ
- Место и роль статистических взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоев
- Особенности материалов аэросъемки камерой Vision Map A3 для лесного стереоскопического дешифрирования
- Технология таксации лесов дешифровочным способом «От съемки - к проекту». Состав учебно-методических пособий для лесного стереоскопического дешифрирования
- Программно-аппаратное обеспечение для стереодешифрирования с организацией автоматизированного рабочего места таксатора-дешифровщика (АРМ таксатора-дешифровщика)



## 2. Выезд на тренировочный таксационно-дешифровочный полигон (16 часов):

- Изучение правил закладки таксационно-дешифровочных пробных площадей (ТДПП) и выделов с выборочной измерительной или перечислительной таксацией (ВПТ)
- Ознакомление с приемами изучения морфологической структуры полога древостоев и особенностей его изображения на материалах ДЗЗ
- Измерение таксационно-дешифровочных показателей деревьев и другие лесоизмерительные и аналитические работы на полигоне
- Наземный анализ признаков дешифрирования древостоев и других категорий земель



## 3. Изучение и камеральный анализ признаков дешифрирования (24 часа):

- Изучение признаков дешифрирования на основе учебно-методических материалов (таблиц, фототеки)
- Чистые и смешанные насаждения
- Камеральный анализ признаков дешифрирования на основе вероятностных методов: Наблюдение в стерео- и монорежиме изображений с контурами лесотаксационных выделов, измерение и запись признаков дешифрирования отдельных деревьев в электронной таблице, обработка результатов (каждый исполнитель должен проанализировать признаки дешифрирования 100 деревьев)
- Выполнение задания, обработка результатов, оценка вероятностей появления признаков с составлением таблиц вероятностей признаков и пошагового процесса дешифрирования категорий земель и лесных насаждений. Выбор наиболее информативных признаков.



#### 4. Контурное, таксационное аналитическое и измерительное стереодешифрирование (16 часов):

- Контурное стереодешифрирование лесотаксационных выделов (лесных и нелесных земель). Методика контурного дешифрирования аэроизображений. Контурное стереодешифрирование с помощью преподавателей, а также самостоятельная работа по вариантам
- Таксационное аналитическое и измерительное стереодешифрирование категорий земель и лесных насаждений. Методика таксационного стереодешифрирования аэроизображений. Таксационное дешифрирование с помощью преподавателей, а также самостоятельная работа: определение отдельных лесотаксационных показателей (породы - элемента леса, высоты, диаметра, полноты, класса бонитета, типа леса) и других характеристик лесных насаждений на примере обучающей выборки
- Дешифрирование объектов выборочной совокупности по вариантам. Контроль результатов



#### 5. Контрольное стереодешифрирование выделов и оценка ошибок (16 часов):



- Контрольное стереодешифрирование выделов контрольного маршрутного таксационно-дешифровочного хода на экранах мониторов с векторизацией границ выделов (контурным стереодешифрированием) и заполнением карточек таксации (таксационным стереодешифрированием)
- Оценка ошибок дешифрирования
- Составление сличительных ведомостей

## ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ДЕШИФРОВЩИКОВ ПРИЕМАМ И МЕТОДАМ ЛЕСНОГО СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВОЧНЫМ СПОСОБОМ (120 ЧАСОВ)

### 1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ (40 часов)



#### 1.1. Таксация таксационно-дешифровочных пробных площадей (ТДПП) (8 часов):

- Изучение лесорастительных свойств объекта лесоучетных работ с составлением таблиц встречаемости и расчетом объемов обучающей выборки (ТДПП и ВПТ)
- Заполнение полевых карточек анализа признаков дешифрирования с обсуждением закономерностей строения полога древостоев, особенностей его аэроизображения и дешифровочных таксационных характеристик



#### 1.2. Таксация таксационно-дешифровочных выделов (ВПТ) (16 часов):

- Заполнение полевых карточек анализа признаков дешифрирования с обсуждением закономерностей строения полога древостоев, особенностей его аэроизображения и дешифровочных таксационных характеристик



#### 1.3. Контрольная таксация (8 часов):

- Контрольная таксация выделов на таксационно-дешифровочном маршрутном ходе



#### 1.4. Обработка данных контрольной таксации (8 часов):

- Обработка данных контрольной таксации с составлением сличительных ведомостей

## 2. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ (80 часов)



### 2.1. Методика лесотаксационного дешифрирования. Аэроизображения. Стереοизмерения высот (8 часов):

- Виды дешифрирования
- Методика лесотаксационного дешифрирования
- Классификация признаков дешифрирования и их информативность на различных материалах ДЗЗ
- Место и роль взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоев
- Особенности материалов аэросъемки камерой Vision Map A3 для лесного стереоскопического дешифрирования
- Технология «От съемки к проекту»
- Состав учебно-методических пособий для лесного стереоскопического дешифрирования
- Программно-аппаратное обеспечение для стереодешифрирования (АРМ таксатора-дешифровщика)
- Подготовка аэроизображений для дешифрирования
- Стереοизмерения высот по демонстрационным объектам



### 2.2. Изучение и камеральный анализ признаков дешифрирования (32 часа):

- Изучение признаков дешифрирования на основе учебно-методических материалов (таблиц, фототеки)
- Чистые и смешанные насаждения

- Камеральный анализ признаков дешифрирования на основе вероятностных методов: Наблюдение в стерео- и монорежиме изображений с контурами лесотаксационных выделов, измерение и запись признаков дешифрирования отдельных деревьев в электронной таблице, обработка результатов (каждый исполнитель должен проанализировать признаки дешифрирования 100 деревьев)
- Выполнение задания, обработка результатов, оценка вероятностей появления признаков с составлением таблиц вероятностей признаков и пошагового процесса дешифрирования категорий земель и лесных насаждений. Выбор наиболее информативных признаков



### 2.3. Контурное, таксационное аналитическое и измерительное стереодешифрирование (16 часов):

- Контурное стереодешифрирование лесотаксационных выделов (лесных и нелесных земель). Методика контурного дешифрирования аэроизображений. Контурное стереодешифрирование с помощью преподавателей, а также самостоятельная работа по вариантам
- Таксационное аналитическое и измерительное стереодешифрирование категорий земель и лесных насаждений. Методика таксационного стереодешифрирования аэроизображений. Таксационное дешифрирование с помощью преподавателей, а также самостоятельная работа: определение отдельных лесотаксационных показателей (породы - элемента леса, высоты, диаметра, полноты, класса бонитета, типа леса) и других характеристик лесных насаждений на примере обучающей выборки
- Дешифрирование объектов выборочной совокупности по вариантам. Контроль результатов



### 2.4. Допуск к производственному дешифрированию объекта лесоустройства (24 часа):

- Контрольное стереодешифрирование выделов контрольно-тренировочного таксационно-дешифровочного хода на экранах мониторов с векторизацией границ выделов (контурным дешифрированием) и заполнением карточек таксации (таксационным дешифрированием)
- Оценка ошибок дешифрирования

- Составление сличительных ведомостей
- Оформление допуска к производственному дешифрированию объекта лесоустройства

## ЧАСТЬ 4. ОСНАЩЕНИЕ АРМ ТАКСАТОРА-ДЕШИФРОВЩИКА

В качестве базового программного обеспечения для решения задач лесного стереодешифрирования используется фотограмметрическая система Photomod со специальным модулем StereoMeasure и программой Лесное дешифрирование.

Для оснащения специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) таксатора-дешифровщика рекомендуется придерживаться требований к конфигурации компьютеров, предлагаемых компанией Ракурс для работы в системе Photomod (<https://racurs.ru/upload/iblock/16f/general.pdf>):

- персональный компьютер с процессором Intel Core i7 или лучше, оперативной памятью не менее 32 Гб, видеокартой Nvidia Quadro K2000 или лучше с поддержкой режима OpenGL Quad-Buffered, жестким диском 4Тб
- сеть со скоростью не менее 1 Гбит/с;
- стереомонитор (высокочастотный с поддержкой nVidia 3D Vision Ready, или зеркальный) со стереоочками.
- операционная система Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8.1, Windows 10.

Принципиальное значение при оснащении каждого отдельного АРМ таксатора-дешифровщика имеет соответствие видеокарты, стереомонитора и стереоочков требованиям программы Photomod для работы в стереорежиме. Подробная информация о допустимых моделях видеокарт, мониторов, а также описание настроек драйвера видеокарты приводится в разделе Общие сведения о системе Руководства пользователя Photomod и доступна на сайте разработчика <https://racurs.ru/support/>, а также при вызове справки (F1) во время работы в среде Photomod.

### **Программный модуль Photomod StereoMeasure**

Программный модуль *Photomod StereoMeasure* – программный продукт, созданный на базе цифровой фотограмметрической системы *Photomod* для стереодешифрирования и решения лесотаксационных задач.

Программный модуль *Photomod StereoMeasure* включает в себя модуль *Photomod Core* (управляющая оболочка цифровой фотограмметрической системы с возможностями создания, редактирования, импорта и экспорта векторных объектов без классификатора), и модуль *Photomod StereoWindow* (окно для наблюдения, дешифрирования, измерения и векторизации объектов в стереорежиме по материалам космической и аэросъемки).

Подробное описание модулей и программ ЦФС *Photomod* приводится в руководстве пользователя «Общие сведения о системе». Документация доступна на сайте разработчика <https://racurs.ru/support/>, а также при вызове справки (F1) во время работы в среде Photomod.

Работа модуля *Photomod StereoMeasure* поддерживается в операционных системах семейства Windows (Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows Server 2008, Windows 10) с архитектурой x86 и x64.

## Функциональные возможности модуля StereoMeasure

Функционал модуля позволяет решать следующие задачи:

- проводить стереовекторизацию в векторном слое без классификатора;
- задавать набор обязательных атрибутов для векторных слоев (в том числе, обязательный атрибут Площадь, значение которого может быть вычислено автоматически);
  - разрезать полигон полилинией;
  - регулировать изменение значений атрибутов для новых объектов, получаемых в результате объединения или разделения, с возможностью обнулять или сохранять исходные значения атрибутов по умолчанию (при этом структура атрибутов остается неизменной, а атрибут Площадь автоматически пересчитывается);
    - проверять уникальность значений атрибутов, наличия незаполненных значений, соответствия значений заданному типу с возможностью отображения списка найденных ошибок в отдельном окне;
    - отображать комбинированные, состоящие из нескольких атрибутов подписи векторных объектов, внутри границ объектов;
    - рассчитывать сомкнутость полога;
    - проводить стереодешифрирование и векторизацию по «стереортоизображениям», получаемым в результате обработки материалов аэрокосмической съемки, с возможностью определения по ним плановых координат объектов с точностью, равной точности ортофотоизображений, и возможностью внесмасштабной оценки разницы превышений объектов над моделью рельефа;
    - осуществлять измерение координат, длин, высот и площадей объектов по данным ДЗЗ в стереорежиме, автоматически пересчитывать площадь векторных объектов при изменении их конфигурации;
    - формировать стереоизображения из материалов аэрокосмической съемки с разных маршрутов с качеством, необходимым для визуального стереодешифрирования.

Для организации производственных работ по таксации лесов дешифровочным способом целесообразно использовать сетевую версию Photomod StereoMeasure с подключением 20-25 АРМ, оснащенных необходимым аппаратным обеспечением.

## 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 аэросъемки 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-изыскательских работ по лесоосушительной мелиорации. Л., изд. ЛТА, 1974.
25. Иорданский А. Н. Спектрзональная фотография и спектрзональные- пленки. Труды ЛАЭМ, т. VII, 1959.
26. Киреев Д. М. Ландшафтный подход при лесном дешифрировании аэро- снимков.-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 на- саждений 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 аэрофотосъемки 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

**РУКОВОДСТВО ПО ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ ДЕШИФРОВочНЫМ  
СПОСОБОМ**

Отпечатано в авторской редакции с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 25.06.2021. Формат А4.  
Бумага мелованная. Печать цифровая.  
Тираж 100 экз.

Общество с ограниченной ответственностью «Леспроект»  
(ООО «Леспроект»)  
2021

196084, г. Санкт-Петербург, ул. Заставская, д.33, лит. Ж, офис 315