





Funded by Global Environment Facility (GEF)

МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БЕЛГОСЛЕС»

ПРОЕКТ «РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ» ГЭФ/ВСЕМИРНЫЙ БАНК ТF0A1173

> УТВЕРЖДАЮ Первый заместитель Министра лесного хозяйства В.Г. Шатравко

ОТЧЕТ № 7

о подготовке буклета с кратким описанием результатов работы

по контракту№BFDP/GEF/SSS/16/23-32/18 от 29.06.2018г.

Мероприятие 3.1.3.1: «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширение сферы лесопользования»

Консультант

Генеральный директор РУП «Белгослес»

_____ А.В. Таркан

Минск 2020

Отчет подготовлен в рамках Проекта развития лесного хозяйства Беларуси при грантовой финансовой поддержке Глобального экологического фонда (ГЭФ).

Выводы, толкования и выводы, изложенные в этом отчете, не обязательно отражают точку зрения Всемирного банка, его Совета исполнительных директоров или правительств, которые они представляют, а также учреждений и доноров ГЭФ. Всемирный банк и ГЭФ не гарантирует точность данных, включенных в эту работу. Границы, цвета, наименования и другая информация, показанная на любой карте в этой работе, не подразумевает никакого суждения со стороны Всемирного банка и ГЭФ относительно правового статуса какой-либо территории или одобрения, или принятия таких границ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Издание печатной продукции

2.Приложение 1. Буклет «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширение сферы лесопользования».

4

3

1. Издание печатной продукции.

При проведении обучающих семинаров инженерно – техническими работниками экспедиций высказывались предложения по обеспечению печатной продукцией, которая должна содержать основные итоговые результаты и которые могут быть применены в повседневной деятельности.

Результатом работ по заданиям мероприятия 3.1.3.1 стали следующие рабочие указания, по которым необходимо следовать при выполнении пошаговых операций производственного процесса:

1. Технологическая инструкция по применению технологии стереодешифрирования при проведении лесоустройства.

2. Технология оперативного выявления площадей погибших, поврежденных, усыхающих лесных насаждений с помощью беспилотных летательных аппаратов.

3. Методические указания по образованию постоянных хозяйственных участков при участковом методе лесоустройства.

Способом информирования широкого круга заинтересованных и донесения до пользователя рабочей документации принят вариант издания печатной продукции в виде брошюры «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширению сферы лесопользования».

Проектом «Развитие лесного сектора Республики Беларусь» предусматривается создание условий для повышения эффективности управления лесохозяйственной деятельностью через совершенствование информационных систем и применение новых подходов, влияющих на структуру и состояние лесов, определение путей рационального лесопользования.

Цель выполненных заданий по разработке мероприятия 3.1.3.1. «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширению сферы лесопользования» может быть достигнута только тогда, когда профильные специалисты ознакомятся с полученными результатами и применят новые подходы и разработки непосредственно в своей профессиональной деятельности. Не менее важным этапом создания благоприятных условий по совершенствованию информационных систем является полученной способствовали бы наиболее простому и доступному предоставлению полученной информации для ее применения.

Отчётные материалы этапов востребованы и могут использоваться только непосредственно при выполнении лесоустроительных работ начальниками партий и инженерами – таксаторами. Отчёты по заданиям составлялись в соответствии с утверждеными техническими заданиями и носят разрозненный характер информации. Целью проведенных обучающих семинаров в дочерних предприятиях и экспедициях было дать общее представление и ознакомление с итогами работ. Применение итоговых результатов при разработке тем предусматривалось через подготовку технологических инструкций и методических указаний для пользования инженерно – технических работников.

Буклет «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия,

3

расширение сферы лесопользования» в объеме 76 стр. издан общим тиражом 200 экземпляров с последующим распределением по структурным подразделениям и ведомствам:

- РУП «Белгослес» - 110экз., в том числе 1-я Минская лесоустроительная экспедиция – 55 экз., 2-я Минская лесоустроительная экспедиция – 55 экз.;

- РДЛУП «Гомельлеспроект» - 50 экз.;

- РДУП «Витебсклеспроект» - 30 экз.;

- Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь – 5 экз.;

- РУП «Беллесэкспорт» – 5 экз.

Общие расходы на подготовку содержания брошюры, изготовление оригинал – макета, полиграфическое издание тиража составили 3,0 тыс. долл. США.

Приложение 1. Буклет «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширение сферы лесопользования»







Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширение сферы лесопользования









Funded by Global Environment Facility (GEF)

МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БЕЛГОСЛЕС»

ПРОЕКТ «РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ» ГЭФ/ВСЕМИРНЫЙ БАНК ТF0A1173

Компонент3: Совершенствование информационных систем лесохозяйственного сектора и укрепление потенциала

Мероприятие 3.1.3.1: «Проведение специализированного лесоустройства, учитывающего требования по адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия, расширение сферы лесопользования»

Минск 2020

Содержание

1. Технологическая инструкция по применению технологии 4 стереодешифрирования при проведении лесоустройства

2. Технология оперативного выявления площадей погибших, 58 поврежденных, усыхающих лесных насаждений с помощью беспилотных летательных аппаратов

3. Методические указания по образованию постоянных хозяйственных 69 участков при участковом методе лесоустройства

1. Технологическая инструкция по применению технологии стереодешифрирования при проведении лесоустройства

Введение

Дешифрирование аэрофотоснимков при таксации лесов проводится в целях установления границ выделов, определения характеристик категорий покрытых лесной растительностью земель и таксационных показателей лесных насаждений.

Дешифровочный способ таксации лесов основан на стереоскопическом контурном и таксационном аналитическом и измерительном дешифрировании количественных и качественных характеристик лесных насаждений и других категорий земель по их изображению на материалах аэрофотосъемки высокого разрешения.

Дешифрирование материалов цифровой аэрофотосъемки производится с использованием специализированных программно-аппаратных средств. В качестве базового программного обеспечения для лесного стереодешифрирования используется ПК «РНОТОМОД».

Инструкцией предусматривается последовательность работ по фотограмметрической и радиометрической обработке данных аэрофотосъемки ADS-100 в ПК «PHOTOMOD», созданию и редактированию векторных объектов в стереорежиме, выполнению измерений на таксационном выделе, созданию и использованию матриц местности и рельефа для измерения высоты лесных насаждений.

Применение разработанной технологии стереодешифрирования распространяется на объекты проведения лесоустройства до выезда на полевые лесотаксационные работы. В первую очередь использование данной технологии распространяется на территории с радиоактивным загрязнением, где запрещено длительное пребывание человека в лесу.

1. Создание проекта РНОТОМОД

Данные ADS-100 (ориентированные стереопары каналов съемки 0[°]и 19[°] уровень обработки L1, порядок каналов BGRN) загружаются в ЦФС РНОТОМОD с выполнением коррекции абсолютных путей и импортом уравнивания в систему. Для выполнения данного вида работ необходимо создать новый проект на монтажном столе (рис. 1.1).

KIMNA		
Smolevichi_test		
Описание		
		1
		~
Гип	0	
ОЦентральная проекция	ADS 40/80/100	
Космическая сканерная съемка	○ VisionMap A3 SLF	
Система координат		
WGS 84 / UTM 35N (24°в.д30°в.д. Север	ное полушарие) Выбрать	•
EGM 2008 / Ориентация осей: правая тр	ойка, геод. привязка: глобальная система	коорд
Высота местности min	м тах м	
Пить к проекти		
ny to k hpockty		
···· /Photomod lite		
//Photomod_lite		Q
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		Q \$
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		2
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		4
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		¢
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		2
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		2
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		•
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		2
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		4
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup		
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup loлный путь к проекту Укажите размещение проекта		
/Photomod_lite /Photomod_lite/backup loлный путь к проекту Укажите размещение проекта		

Рисунок1.1. Создание нового проекта

Создать – Новый проект, появляется меню Новый проект, где задается имя проекта (Smolevichi_test), в поле тип ADS 40/80/100 – для обработки данных, полученных цифровым сенсором.

В разделе Система координат нужно нажать на кнопку Выбрать. Открывается список для выбора системы координат из следующих источников:

из БД;

из файлов – для выбора файла системы координат *.x-ref-system, размещенных вне ресурсов активного профиля;

из ресурсов – для выбора системы координат ресурсов активного профиля, для другого проекта активного профиля.

В данном случае выбор системы координат происходит из БД.

M Из ресурса Международная WGS 84 / UTM 35N Российская CK-42, зона 5 (ГОСТ 2008г.) CK-42
WGS 84 / UTM 35N Российская СК-42, зона 5 (ГОСТ 2008г.) СК-42
Декартова правая

БД – Международная, выпадает список (рис. 1.2), где выбирается необходимая СК. В данном случае WGS 84/UTM zone 35N.

😎 Б	аза систем координат «Международ	ная»
Поис	۲	
Nº	Название	
1369	WGS 84 / UTM zone 18N	78deg West to 72deg West; northern hemisphere. Bahamas. Canada - Nunavut; Ontario; Quel
1370	WGS 84 / UTM zone 18S	78deg West to 72deg West; southern hemisphere. Argentina. Brazil. Chile. Colombia. Ecuador
1371	WGS 84 / UTM zone 19N	72deg West to 66deg West; northern hemisphere. Aruba. Bahamas. Brazil. Canada - New Brun
1372	WGS 84 / UTM zone 19S	72deg West to 66deg West; southern hemisphere. Argentina. Bolivia. Brazil. Chile. Colombia.
1373	WGS 84 / UTM zone 1N	180deg to 174deg West; northern hemisphere; Russia. EPSG
1374	WGS 84 / UTM zone 1S	180deg to 174deg West; southern hemisphere. EPSG
1375	WGS 84 / UTM zone 20N	66deg West to 60deg West; northern hemisphere. Anguilla. Antigua & Barbuda. Bermuda. Bra
1376	WGS 84 / UTM zone 20S	66deg West to 60deg West; southern hemisphere. Argentina. Bolivia. Brazil. Falkland Islands (M
1377	WGS 84 / UTM zone 21N	60deg West to 54deg West; northern hemisphere. Barbados. Brazil. Canada - Newfoundland; (
1378	WGS 84 / UTM zone 21S	60deg West to 54deg West; southern hemisphere. Argentina. Bolivia. Brazil. Falkland Islands (M

Рисунок 1.2. База систем координат «Международная»

Проект можно создать в любой системе координат, но желательно в той, в которой представлены растровые изображения. Кроме СК, нужно задать модель геоида, для чего

нажать 🚇 и выбрать EGM2008, который предварительно должен быть установлен на компьютере.

При работе в СК42 установка и подгрузка модели геоида обязательна, в WGS84/UTM35 можно работать без геоида.

Далее необходимо установить флажок Высота местности и указать хотя бы приблизительный перепад высот местности на изображениях проекта в полях max и min. Перепад высот для территории Беларуси от 80 м до 345 м, однако месте с высотами деревьев может достигать до 365-380 м. Данные о высоте используются для уточнения накидного монтажа, а также учитываются при импорте элементов внешнего ориентирования и при расчете размера пикселя на местности (GSD). Перепад высот может быть задан в любой момент в свойствах проекта.

В списке Путь к проекту выбрать папку в ресурсах активного профиля для файлов проекта. В поле Полный путь к проекту отображается путь и имя проекта. В выбранной папке проекта создаются служебные папки и файлы конфигураций.

Нажать ОК для завершения создания проекта. В результате программа предложит создать первый маршрут, соглашаемся и появится окно Редактор блока.

Подготовка данных ADS. Для коррекции абсолютных путей файлов и хранения их в указанной папке на персональном компьютере, используется опция Сервис > Подготовка данных ADS (рис. 1.3). В окне указывается размещение исходных данных (L1, то, что передает БелПСХАГИ), целевая папка – где будут лежать подготовленные данные. В поле размещение данных калибровки камеры указывается папка со всеми файлами камеры.

y:\AFS2018\0_ISH\Stereo_Smolevichi\SH100_10517*.*	
тИмя	
⇒	
😔 Подготовка данных ADS	×
Размещение исходных данных	
K-\L1_TEST	
Включая вложенные папки	
Целевая папка	
K-\L1_TEST\PHOTOMOD_ADS100	
Развание авински радиболеми разверы	
K-\L1_TEST}SH100_10517\v001	
Операции	
Будут выполнены следующие операции:	
Копирование найденных данных L1 во вложенные папки целевой папки	
Коррекция абсолютных путей в файлах .sup	
Преобразование 16-битных растров в 8-битный MS-TIFF с нормализацией гистограммы (тол	ько для grayscale)
ОК Распределенная обработка	Отмена

Рисунок 1.3. Подготовка данных ADS

Преобразование 16-битных растров в 8-битные не выполняется, так как это позволяет повысить быстродействие обработки изображений за счет потери качества. Кнопкой ОК запускается процесс обработки, в завершении которого файлы будут разложены по папкам в целевой папке вывода, как показано на рисунке ниже.

v (√d:\Stereo_Smolivichi*.*				
↑ Имя					
=					
	005_20180526_0715_BGRNB19L1				
	005_20180526_0715_BGRNN00L1				
	006_20180526_0700_BGRNB19L1				
	006_20180526_0700_BGRNN00L1				
	007_20180526_0642_BGRNB19L1				
	007_20180526_0642_BGRNN00L1				

В каждую из данных папок нужно добавить файл камеры из папки SH100_10517 в соответствии с номером полосы и углом съемки (названием файла) и файл misalignment.dat, который обычно входит в комплект поставки от организацииисполнителя АФС (у нас зачастую скопирован из других проектов). В итоге в каждой папке должен находиться следующий набор файлов (рис.1.4).

				* 🔻
≜ Имя	Тип	Размер	Дата	
🚔		<Папка>	02.08.2018 11	:00
005_20180526_0715_BGRNB19L1	ads	702	31.07.2018 19	:47
005_20180526_0715_BGRNB19L1	cam	407 566	31.07.2018 19	:47
005_20180526_0715_BGRNB19L1	odf	7 443 152	31.07.2018 19	:47
005_20180526_0715_BGRNB19L1	sup	3 146	02.08.2018 08	:49
005_20180526_0715_BGRNB19L1.odf	adj	7 443 152	31.07.2018 19	:47
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_0	tif	4 043 898 144	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_1	tif	4 113 104 160	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_2	tif	4 113 104 160	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_3	tif	4 113 104 160	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_4	tif	4 113 104 160	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_5	tif	4 113 104 160	31.07.2018 21	:07
005_20180526_0715_BGRNB19L1_0_6	tif	3 573 079 008	31.07.2018 21	:07
misalignment	dat	70	09.03.2017 17	:10

Рисунок 1.4. Набор файлов для стереопроекта

После формирования проекта папку с подготовленными данными ADS можно удалить. В при этом убедиться, что растровые файлы сохранены во внутренние ресурсы Photomod, директорий image.

Загрузка изображений в проект ADS. В окне Редактора блока (появилось сразу после создания нового проекта, рис.1.5) нажимаем кнопку Для добавления сканерных изображений из файла. Или Блок-Добавить изображения из файлов.



Рисунок 1.5. Окно редактора блока

В левой части окна **Добавление сканерных изображений** (рис.1.6), выбираем папку, где хранятся подготовленные данные ADS. В правой части начинаем поиск с текущей папки.



Рисунок 1.6. Окно добавления сканерных изображений

В проект для формирования стереопар добавляются изображения «надир»-«назад» кнопкой на панели Добавить выбранные или Добавить все в зависимости от нужного набора для формируемого проекта (рис. 1.7).



Рисунок 1.7. Поиск изображений

После нажатия кнопки Добавить выбранные/добавить все появляется окно параметры, где все рекомендуется оставлять по умолчанию (рис.1.8).

© L2W Выходная папка Ресурсы PHOTOMOD							
Pecypcia PHOTOMOD /PhStorage/content/TEST_FOREST_INTERPR/Images/							

Рисунок 1.8. Окно параметры

В выходной папке в ресурсах профиля будут сохраняться преобразованные изображения, поэтому папку с подготовленными данными ADS можно удалить, если она нужна только для текущего проекта.

Нажимаем ОК для запуска преобразования и загрузки изображений. Процесс загрузки занимает длительное время (10 ч и больше) в связи с большими размерами изображений ADS.

При загрузке изображений выбирается виртуальная папка для хранения данных.

Уравнивание проекта ADS. После загрузки изображений в проект выбираются опции для импорта уравнивания. На этом этапе контролируется правильность выбора системы

координат, отключается опция уравнивания данных с использованием модели рельефа, точность измерений точек остается по умолчанию. Для построения математических моделей снимков по загруженным в проект данным предусмотрен следующий порядок действий.

Нажимам кнопку 41, чтобы отобразить панель Уравнивание блока.



Нажимаем кнопку . Открывается окно Параметры (рис.1.9). Переходим на закладку Снимки.

Персметры						-		
- Et 🖕 Ft 🕸								
beas Create Other								
Ихображные					Minog			
Here	Generation	Оник, на надера	Паравита		Cipinal			
OT ASSESSMENT ASSESSMENT	ARCHARTE	- 1	A		ORC			
DOI: DESIGNATIONOL REPORTED 1	A REPART OF		Ares		C Verseconne 8			
002 20190521 0525 R5RNR19 1	A REPART OF		Area.	- 6				
002 20100521 0525 3058444001	ADCEASTIONS		Ann	- 6	OB Manager yparametersa			
002 20100531 0536 30534319.1	ABCRAFTINGS		Awa	6	Вымислятельное устройство			
POT STUDENT OF IS RESIMPTION	ABCRAFTINDS		Asen	6	2011	a 11		
The second second second second	A BORNEY COMMON		Area			1	in a ciparte	•
The second of a second re-	A REPORT OF A		Area	- 1	Стереробработка			
the strength of the second second	A REAL PROPERTY.		Ann	-č	142			
COLORIDADE OTTO SOMESTIC	A BORAFIVADO		H (10)	- 1	Menthemeter			
con parents after a sublimit	A DODART (ADC		Area	- 2	Э Создереть стерсоперы по сининов маршруте			
and believed a store definition in	ADCDART (ADC		Area	1	ОРасцирниные возможности задания стирногар			
COLUMN AND AND ADDRESS OF	A BORNEY STORE		Acres 1	1	-			
Der generen ober beiden bei	A BORNE TO AND		Ann	- č	Property corporation			
	A REPORT DATA		1992	- Č				
the presence of the second second	A RUNAR MADO		Hara -	-č	E			
COR DEVELOPMENT OF THE PROPERTY OF	A RUNAPIVADO		+00		Этопы урасникания			
Dis Allahor Geo scenario -	A REPAIR VALUE		400	- 1	Contenence yper-value eee		Draza.	
Charles and a second second second	A REPORT OF		and a	1				
DIE AUBURAL ON SUBJECTION IN	A READ IN THE		AND A	1				
DIE ATBOUR OS A DO KNINDET	A BURNET, MUS		000					
er Carlesaa gebeljet kristike	A READ TOTALS		1982	- č				
CT_2CTEUE28_CE34_BOROFACULT	A RENAME TO ADS		Aus	- č				
one personal colo socialistati i	A REPART VALUE		A00	- 2				
In a second top second in	A REPORT OF		4.00					
ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC:	A REPORT OF		ann	1				
DECARBOACCERCEMENT 1	A REPORT OF		OH2	14				
e.				2				
Понск кообраниений								
Non-contractions		Hannah						
		Factor 1						
-								
Equança								
Reevolution and a subparation		Tipere	CHATS NO BO	214				
CIR.							One	

Рисунок 1.9. Параметры уравнивания

При импорте уравнивания на закладке Снимки важно проследить опции стереообработки, как отражено на рисунке выше (графа Метод, где активным должен быть Импорт Уравнивания) и завершить процесс кнопкой «Применить ко всем».

Нажать 🚾 для выполнения процесса уравнивания.

После завершения процесса нажать 🗟 для сохранения результатов уравнивания.

Таким образом проект уравнен. Отметим, что выбор процесса создания проекта не влияет на результат геодезических измерений (если правильно выбраны системы координат, высот проекта и максимальные высоты территории лесхоза).

Точность создания проекта проверяется импортом каталога контрольных точек, предоставленных организацией-исполнителем АФС.

В результате выполнения работ получаем блок данных, состоящий из горизонтально расположенных полос сканирования шириной до 6 км, с перекрытием не менее 20%, достаточным для непрерывного дешифрирования и векторизации объектов. Также теперь

возможно осуществить стереообработку снимков, а также создание ЦМР и ортофотопланов.

Также необходимо выполнить коррекцию накидного монтажа по элементам внешнего ориентирования. Блок – накидной монтаж – по внешнему (рис.1.10). После данной операции необходимо синхронизировать проект. Проект – Синхронизировать. Данную комбинацию рекомендуется делать постоянно, после завершения каждого изменения.



Рисунок 1.10. Построение накидного монтажа

Далее необходимо разбить снимки на маршруты по номерам снимков. Блок – разбить по маршрутам – по именам снимков (рис.1.11). Далее синхронизировать проект, чтобы изменения наверняка вступили в силу.



Рисунок 1.11. Разбиение по именам снимков

Итоговый вид монтажного стола должен выглядеть следующим образом (рис. 1.12).



Рисунок 1.12. Окно монтажного стола

Часть работ по дешифрированию и анализу снимков можно выполнять на монтажном столе в режиме моновекторизации. Можно увеличивать фрагменты и уменьшать изображение при полощи лупы. Также для четкой прорисовки изображения выполнить Растры – показать растры – только исходные. Синхронизировать проект.

Для открытия стереопары необходима следующая последовательность действий. Выделить стереопару (щелкнуть мышью по стереопаре снимков), далее Окна – новое 2D окно (стереопара) или нажать иконку на основной панели. В открывшейся стереопаре нажимаем Эдля просмотра стерео (изображение должно расплыться).

Стоит отметить, что ориентация растров север – юг будет меняться в зависимости от прямого или обратного хода самолета, поэтому одна стереопара будет сориентирована С-Ю, следующая Ю-С. Т.е. изображение будет перевернутым (или под углом) и все наложенные на него растры тоже, что несколько затрудняет работы по дешифрированию.

Чтобы открыть созданный проект в программе Photomod, нужно запустить программу с рабочего стола или панели задач , появится окно Управление проектами, где навести мышью на нужный проект и нажать кнопку Открыть. Если окно Управление проектами не появляется сразу после загрузки программы, то Проект – Открыть/Управление (рис.1.13).



Рисунок 1.13. Окно Управление проектами

Файлы уровня обработки L1 делить на части нельзя. Чтобы иметь возможность подготовить проект по, например, одному лесничеству, нужно обращаться в организациюисполнитель съемки АФС. Мы же можем или создавать проект на все маршруты сразу или на несколько маршрутов. Также из готового проекта можно удалять маршруты или добавлять маршруты. После каждой операции обязательно синхронизировать проект.

Стереоанализ аэрокосмических изображений в программе Photomod.

Стереоанализ материалов дистанционных съемок выполняется на APM, оснащенных специальными программно-аппаратными средствами, в том числе стереомониторами и стереоочками. Анализ материалов дистанционных съемок в стереорежиме выполняется на разных стадиях дешифрирования: при изучении и анализе признаков дешифрирования, контурном и аналитическом дешифрировании.

Последовательность действий для просмотра изображений в стереорежиме:

- открыть существующий проект в Photomod;

- открыть стереопару - в окне накидного монтажа щелчком мыши выбрать снимок;

- выполнить Открыть новое 2-D окно на выбранную стереопару (либо сочетание клавиш Ctr-Alt-W);

-с помощью инструментов масштабирования установить масштаб изображения.

Для изменения продольного параллакса на выбранную область снимка необходимо

нажать кнопку *Режим с фиксированным параллаксом* ^{ни} на панели 2D-окна (изменения выполняются при помощи колеса мыши).

Настройка стереоизображения для лучшего стереоэффекта:

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

стереонаблюдения.

Для настройки стереоэффекта установите маркер редактирования в интересующую область и спроецируйте его на поверхность рельефа или объекта. Затем нажмите клавишу

F2 или кнопку 2D-окна.

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

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

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

Кроме того, для изменения «глубины» стереоизображения используйте сочетания клавиш *Shift-PgUp/PgDn* или *Shift-колесо*. Перед началом работы в стереорежиме важно убедиться, что выбрана необходимая стереопара, включен стереорежим, включен режим с фиксированным параллаксом и правильно выбрана фаза просмотра стерео (левый-правый

или правый-левый снимок)



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



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

– Выбрать в окне Смена стереопары пункт Выбор стереопары для перехода 🛄.

– В открывшемся окне Выбор стереопары открыть вкладку Параметрический поиск.

- Выбрать необходимый снимок и нажать ОК.

2. Радиометрическая коррекция изображений

Радиометрическая коррекция синтезированных снимков выбирается на предварительном этапе или возможна в текущем проекте. Радиометрическая коррекция изображений подразумевает улучшение их визуальных характеристик в целях оптимального использования для получения необходимых результатов (например, лесного таксационного дешифрирования, мониторинга пожаров, оценки состояния лесов). Функции радиометрической коррекции в программе Photomod включают определение состава и последовательности каналов и автоуровней, настройки яркости, контрастности и гамма-коррекции, определение баланса цветов, геометрические преобразования. Основной задачей радиометрической коррекции материалов аэросъемки для лесного дешифрирования является формирование «псевдоцветных» изображений (изображений в ложных цветах), пригодных для разделения древесных пород по цветовым характеристикам.

Для выполнения процедуры радиометрической коррекции выбранных материалов ДЗЗ (стереопар, отдельных изображений) выполнить команду *Растры/Image Wizard*. В

открывшемся диалоговом окне выбрать снимок и нажать Радиометрическая коррекция

В диалоге Выполнить автоуровни выбрать Нет. Увеличить часть снимка в характерном месте (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. Окно радиометрической коррекции

Изображение на материалах аэрокосмосъемки обычно формируется из нескольких спектральных каналов. Их количество зависит от съёмочной аппаратуры и от характеристик камеры. Как правило, для лесоучётных задач используются снимки с четырьмя каналами: красным, зелёным, синим и ближним инфракрасным. Различия между лиственными и хвойными породами в силу различий в коэффициентах спектральной яркости лучше всего заметны в инфракрасном канале. Поэтому, при формировании традиционно используемых в лесном хозяйстве «псевдоцветных» изображений красный канал замещается инфракрасным, зелёный – на красный и синий - на зелёный.

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

Корректировка гистограмм каналов осуществляется следующим образом:

– войти в диалоговое окно Кривые 🕊 (рис. 2.2).

– 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.



Рисунок 2.2. Диалоговое окно Кривые

Настройка гистограммы состоит в изменении формы кривой с помощью левой клавиши мыши (щелчком добавляются точки поворота кривой, возможно изменение формы кривой путем перемещения точек), результаты настройки оцениваются визуально по изменившемуся изображению. Тёмно-серым тоном в окне Кривые обозначается исходная диаграмма, светло-серым – исправленная (рис.2.3).



Рисунок 2.3. Исправленная гистограмма

«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 (рис.2.4).



Рисунок 2.4. Корректировка зеленого канала

Для формирования «псевдоцветных» изображений:

– выбрать синий канал (Blue), снизить долю его участия в формировании спектрозонального изображения (рис. 2.5);



Рисунок 2.5. Корректировка синего канала

– 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), рис. 2.6.



Рисунок 2.6. Корректировка красного канала

При подборе рабочего варианта ориентируемся на тот вариант отображения, который максимально подчеркивает разность лесных пород. Не менее важным является привычный для обработки вид дешифровочных материалов.

Различное канальное сочетание дает различный уровень яркости и цветопередачи. Сочетания должны подбираться с тем расчетом, чтобы главным каналом был инфракрасный, поскольку именно в данном диапазоне прослеживается дифференциация лесных насаждений.

После подбора основного сочетания цветов можно сделать изображение более контрастным, более четким или более ярким, применить гистограмму или обостряющие фильтры. Такие настройки подбираются к группе изображений, относящихся к разным по времени съемки блокам индивидуально. При необходимости, однажды созданные комбинации возможно сохранить в файл и использовать повторно, посредством импорта файла в любой проект.

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

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;
- загрузить параметры радиометрической коррекции для выделенных снимков из файла ;
- выйти из Image Wizard и применить изменения.

3. Дешифрирование данных дистанционного зондирования (аэро- и космической съемки)

3.1. Изучение и 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, классов бонитета, группы типов леса и т.д.), категорий не покрытых лесной растительностью, лесных и нелесных земель используются следующие признаки дешифрирования:

- фотометрические, т.е. цвета на цветных спектрозональных изображениях, отражающие различия в спектральной яркости лесных объектов;

- морфологические (структурные), отражающие морфологию объектов дешифрирования, т.е. формы, размеры крон, промежутков между ними, структуру полога насаждений, а также геометрические и структурные признаки не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных категорий земель;

- ландшафтные, отражающие закономерности распространения элементов ландшафта, в первую очередь типов условий местопроизрастания и преобладающих пород, в зависимости от геоморфологической структуры ландшафта.

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

В таблице 3.1 приводится перечень дешифрируемых объектов, способы и методы их определения.

Таблица 3.1 - Перечень таксационных показателей, используемых классов признаков, способов определения таксационных показателей и методов их дешифрирования

1	Категория земель	Фотометрические и морфологические	Аналитическое дешифрирование
2	Преобладающая порода	Фотометрические, морфологические и ландшафтные	Аналитическое и измерительное дешифрирование
3	Состав насаждений	Фотометрические, морфологические и ландшафтные	Аналитическое и измерительное дешифрирование
4	Возраст (класс или группа)	Морфологические и фотометрические	Аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей
5	Тип леса (тип лесорастительных условий)	Ландшафтные, фотометрические и морфологические	Аналитическое дешифрирование
6	Класс бонитета	Ландшафтные, морфологические, взаимосвязи с другими показателями	Аналитическое и измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей

7	Средняя высота (яруса, элемента леса)	Измерительные методы, глазомерная оценка, взаимосвязи с другими показателями	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей
8	Средний диаметр элементов леса	Взаимосвязи с другими показателями	Измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей
9	Сомкнутость полога	Измерительные методы, глазомерная оценка	Измерительное и аналитическое дешифрирование
10	Диаметр проекции крон	Измерительные методы, глазомерная оценка	Измерительное и аналитическое дешифрирование
11	Количество проекций крон	Измерительные методы	Измерительное дешифрирование
12	Относительная полнота	Взаимосвязи с сомкнутостью, глазомерная оценка	Измерительное дешифрирование с применением взаимосвязей, аналитическое дешифрирование
13	Запас на 1 га	Взаимосвязи с другими показателями	Измерительное и аналитическое дешифрирование с применением взаимосвязей, справочные таблицы

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

Анализ фотометрических и морфологических признаков дешифрирования производится в наземных и камеральных условиях на таксационно-дешифровочных пробных площадях и выделах с выборочной измерительно-перечислительной таксацией, точно опознанных и нанесенных на аэрокосмические снимки. Основной задачей наземного анализа является формирование признаков дешифрирования, обеспечивающих определение повыдельных 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.

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

Проекция крон в плане. Определяется аналитическим путём при помощи классификации проекций крон деревьев в плане.

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

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

Размер проекции кроны. Зажимая правую клавишу мыши, измеряется протяжённость горизонтальной проекции кроны с севера на юг и с запада на восток, рассчитывается среднее значение и фиксируется в таблице.

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

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

Просматриваемость в глубину. Определяется аналитическим путём при глубина стереоскопическом просмотре. Анализируется стереоскопическая просматриваемости полога лесного насаждения в районе расположения анализируемого дерева. Просматриваемость считается хорошей, когда промежутки между соседними деревьями большие и поверхность земли хорошо видна. Просматриваемость средняя некоторые кроны соседних деревьев смыкаются, но есть места, где просматривается земля. Полог плотный – большинство крон соседних деревьев смыкаются, промежутки между ними практически отсутствуют, земля не просматривается.

Цвет промежутков. Процесс аналогичен определению цвета кроны дерева.

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

В условиях равнинной местности важное значение при изучении ландшафтных признаков дешифрирования имеет всесторонний анализ распространения (положения) типов лесорастительных условий в общей системе водосборной площади. Наиболее эффективно такая задача решается путем оценки по материалам аэро- и космических съемок рисунка и густоты гидрографической сети, как важнейших индикаторов почвенно–грунтовых (лесорастительных) условий.

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

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

- встречаемость типов лесорастительных условий по элементам рельефа в разрезе классов бонитета;

- встречаемость лесообразующих пород и их распределения по элементам рельефа;

- приуроченность типов лесорастительных условий к различным частям склонов разной экспозиции и крутизны (по лесообразующим породам);

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

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 повыдельной таксации лесов дешифровочным способом по материалам ДЗЗ пространственного разрешения порядка 0,3–0,6 м привлечение ландшафтных признаков является вспомогательным средством получения детальной таксационной характеристики выдела (определения преобладающей породы, состава, типа лесорастительных условий, класса бонитета). В таких случаях анализируется приуроченность типов лесорастительных условий, классов бонитета, преобладающих и составляющих пород к различным формам и элементам рельефа и гидрографии, высоте над уровнем моря, крутизне и экспозиции склонов.

Необходимая информация для этих целей может быть получена на основе имеющихся данных наземной таксации леса или путем совместного анализа топографических карт, планов лесонасаждений и таксационных описаний последнего лесоустройства.

Ландшафтные признаки дешифрирования используются при контурном и аналитическом дешифрировании – в процессе анализа полога насаждений в стереорежиме. При этом крупные генерализированные выделы, имеющие хорошо различимые естественные границы, анализируют с использованием фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования, на основании чего проводят границы между выделами

Использование ландшафтных признаков повышает достоверность определения классов бонитета и типов лесорастительных условий и, как следствие, связанных с ними других таксационных показателей.

3.2. Контурное дешифрирование

Контурное дешифрирование - установление границ выделов – всегда выполняется в стереорежиме. Следует иметь в виду, что контурное дешифрирование неотделимо от таксационного, поскольку, чтобы правильно установить границы выделов, исполнитель должен предварительно оценить таксационную характеристику каждого из них (сначала в приближенном виде). Критериями разграничения выделов служат установленные лесоустроительной инструкцией пороги различий в составе, высоте, форме и размерах крон, сомкнутости полога, условиях местопроизрастания и др. особенностях дешифрируемых насаждений. Эти особенности насаждений при дешифрировании изначально анализируются и оцениваются глазомерно (при контурном дешифрировании) и служат основанием для проведения границ выделов. Анализ стереоизображений при контурном дешифрировании рекомендуется выполнять в масштабе лесоустроительных планшетов. Этот важный момент контурного дешифрирования позволяет исполнителюдешифровщику не допускать необоснованное дробление лесотаксационных выделов.

Классическая последовательность действий (этапы) при контурном дешифрировании:

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

– детализация таксационных выделов.

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

Оценив представленность различных категорий площадей в квартале, производят дешифрирование топографических объектов. Наносятся плохо заметные дороги, ручьи. Выделяются нелесные площади: сенокосы, пашни, болота, усадьбы. Отграничиваются непокрытые лесной растительностью лесные площади: прогалины, пустыри, вырубки, гари. Могут выделяться и другие категории лесных площадей, имеющие четко видимые границы,

например, лесные культуры, молодняки среди спелого леса и т.д. Выделение всех категорий площадей происходит с необходимой детализацией, в зависимости от разряда таксации (и, соответственно, от средней, минимальной и максимальной площади лесотаксационного выдела). Третий этап контурного дешифрирования заключается в разделении квартала на крупные лесные участки – генерализованные выделы, как правило, объединяющие несколько таксационных выделов с близкими таксационными характеристиками. После выделения крупных (генерализованных) выделов, имеющих объективные естественные границы, наступает последний этап контурного дешифрирования – детализация таксационных выделов. Детализация лесотаксационных выделов подразумевает деление генерализированных выделов на максимально однородные в таксационном отношении участки, по площади соответствующие требованиям лесоустроительной инструкции.

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

- получение подготовленного проекта в Photomod с материалами съемки,

– загрузка в проект необходимых для работы растровых и векторных слоев (границ лесничества, квартальных просек, категорий защитных лесов, гидрографии, дорог),

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

В целях оптимизации работ по контурному стереодешифрированию предлагается нижеописанная последовательность работ (на примере небольшого участка).

Имеющийся вектор ЗИС Смолевичского лесхоза схематично (приблизительно) обрезать в ArcGis, сохранить нужную область отдельным шейп-файлом и экспортировать в Photomod. Векторы – импорт – shp (рис.3.1), далее Сохранить как в структуре Photomod.



Рисунок 3.1. Импорт shp-файла

При открытие стереопары (Окна – новое 2D окно) и увеличении картинки видно, что контур ЗИС не совпадает с ситуацией съемки, это происходит из-за того, что вектор лежит на неподходящей высоте. Кроме того, как видно из рис.3.2, стереопара переворачивается в зависимости от направления полета, поэтому работать нужно также с перевернутым вектором. К сожалению, исправить эту ситуацию нельзя.



Рисунок 3.2. Импортированный вектор

Чтобы вектор ложился четко по ситуации, нужно посадить вектор ЗИС на среднюю высоту деревьев. Для этого пробелам определить высоту деревьев в нескольких точках,

установить курсор на среднюю высоту. Далее выделить все объекты и клавишей К поднять на высоту маркера. Теперь контур ложится на ситуацию на снимке (рис.3.3).



Рисунок 3.3. Вектор, «посаженный» по высоте

Таким образом можно подгрузить квартала и выдела и любые другие векторные объекты. Стоит отметить, что высота территории на каждой стереопаре немного различается, поэтому с открытием каждой стереопары нужно «пересаживать» вектор на нужную высоту. Также можно сразу проецировать вектор на матрицу высот, если она имеется.

Имеющийся слой ЗИС является основным редактируемым слоев. На основе его строим квартала методом разбивки полигона полилиниями. Рисуем полилинии в редактируемом слое (вырезанные ЗИС), используя горячие кнопки **SHIFT+V** (притяжение к вершине), **SHIFT+L** (притяжение к линии). При необходимости используем 2D и 3D снаппинг, однако если старые кварталы прорисованы плохо, линии будут только мешать. Векторы – режим ввода незамкнутых полилиний. Чтобы разрезать полигон полилиний, выделяем полилинию и выполняем последовательность Векторы – Топология - Разрезать полигоны(полилинии). Если есть ненужные полигоны, удаляем. Таким образом происходит разрезание ЗИС на квартала. Данную операцию следует делать в стереорежиме. Результат на рис.3.4 виден на плоскости.



Рисунок 3.4. Квартала, построенные в окне Photomod

Ввод атрибутивной информации. После создания векторных объектов, нужно задать им атрибуты. Ввод атрибутивной (адресной) информации для векторных объектов выполняется в следующей последовательности:

- выделение векторного объекта;
- выбор клавиши Атрибуты объекта 🖪 панели Векторы (рис.3.5);
- ввод номера квартала и выдела в атрибутивные поля, сформированные ранее.

Номер квартала рекомендуется вводить автоматически для всех векторных объектов:

- выделить все объекты слоя, относящиеся к одному кварталу;
- добавить атрибут SQ (площадь) и Kv (номер квартала), возможно номер лесничества и лесхоза
- в пункте Значение по умолчанию ввести номер квартала, нажать ОК.

Существует возможность автоматического расчета и записи в атрибутивную таблицу площади выдела/объекта с помощью инструмента Векторы Атрибуты — Автозаполняемые атрибуты слоя.

Таким образом, площадь можно задать автоматически, номера кварталов каждый расставить вручную.



Рисунок 3.5. Атрибуты объектов в окне Photomod

В системе предусмотрена возможность создания подписей к векторным объектам как из значений атрибутов и полей таблицы кодов, так и в виде координат.

Чтобы создать подписи к векторным объектам, выполните следующие действия:

- 1. Выберите Векторы > Атрибуты > Создать подписи. Открывается окно Создать подписи.
- 2. Выберите один из вариантов создания подписей.
- 3. Нажмите ОК. В результате в 2D-окне отображаются подписи к выбранным объектам.

После ввода всех атрибутов объектов слоя выполняется контроль следующих ошибок (функция доступна только для версии ПК «PHOTOMOD» StereoMeasure):

- незаполненные значения атрибутов (пропущенные значения номеров кварталов и выделов);
- несоответствие значений атрибутов заданному типу;
- наличие повторяющихся (неуникальных) заданных наборов значений атрибутов в пределах векторного слоя.
 - Необходимо в меню 2D выполнить команду Векторы/Атрибуты/Проверить

семантику слоя. В окне *Проверка семантики* с помощью клавиши атрибуты («№ квартала», «№ выдела»). Выбрать критерий для проверки, запустить контроль, исправить ошибки.

Дешифрирование выделов возможно проводить двумя методами: полилиниями и разрезанием имеющегося полигона по аналогии с дешифрированием кварталов.

В стереорежиме хорошо видно общую картину территории, можно оценить характер рельефа. Однако при приближении границу провести сложнее, так как изображение как бы расплывается. Поэтому важно оценить общую ситуацию, чтобы верно выделить границы выделов.

При дешифрировании выделов методом разделения полигонов полилинией рекомендуется каждый квартал дешифрировать в отдельном файле. Иначе можно случайно пристыковать выдел из соседнего квартала. Данный метод имеет ряд недостатков. Во-первых, дешифрирование нужно начинать с краев квартала, что противоречит инструкции выделения сначала наиболее легко выделяемых участков. Во-вторых, на выдела хорошо нарезаются только соседние участки, а с внутренними программа ведет себя непредсказуемо. Бывают случаи, когда при нарезке полигона, один полигон разрезаются, а два соседних объединяются. Это процесс досконально не изучен, но говорит о том, что обязательно следует проверять слой на наличие ошибок топологии и скорее всего это нужно будет делать в ArcGis, так как в Photomod ошибку найти можно, но сложно исправить.

При разрезании полигона полилинией в стереоокне будет странная ситуация, будто граница квартала сдвигается. Однако это только в стерео на плоскости граница не смещается. В этом можно убедиться, посмотрев контур на плоскости.



На рисунке квартал 78 отдешифрирован разделением на полигоны (рис.3.6).

Рисунок 3.6. Отдешифрированный квартал в стереорежиме

Как альтернатива, для выделения выделов предлагается использовать метод полилиний. Рисуя полилинии, необходимо следить, чтобы концы выходили из-за границ контура, но не пересекались как видно на рис. 3.7. (иначе образуются лишние полигоны). Рекомендуется использовать SHIFT+V для притяжения к вершине, чтобы кривизна контура была более плавной. Комбинация клавиш работает только для редактируемого слоя, если нужно притянуться к ЗИС, следует использовать 2D снаппинг.



Рисунок 3.7. Стереодешифрирование методом полилиний (квартал 89 и 90, Кленникское лесничество)

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

 выполнять оцифровку (векторизацию) на уровне средней высоты первого яруса выдела (при необходимости регулировать положение маркера по высоте колесом мыши);

– расставлять оптимальное количество вершин полилиний (полигонов) так, чтобы границы выделов получались плавными, без резких поворотов; нежелательно добавлять вершины как слишком часто (будет приводить к высоким трудозатратам и утомляемости дешифровщика), так и слишком редко (может приводить к созданию нехарактерных для природных объектов «пилообразных» границ),

 – для смежных полигонов необходимо выполнять примыкание общих вершин (при создании нового полигона выполнять примыкание вершин к смежному полигону с помощью функции снаппинга);

- не создавать слишком мелкие по площади выделы (менее 1 га, в зависимости от разряда таксации),

– выбирать удобный для векторизации масштаб с учетом масштаба выходных картографических материалов;

 учет масштаба выходных материалов при векторизации позволит избегать создания мелких выделов и выделов с узкими, вытянутыми границами (что характерно при контурном дешифрировании с большим увеличением).

Ниже на рис. 3.8 и 3.9 представлен результат дешифрирования квартала 64 Кленникского лесничества ГЛХУ «Смолевичский лесхоз» и общая картина отдешифрированных выделов.



Рисунок 3.8. Отдешифрированный квартал методом полилиний



Рисунок 3.9. Отдешифрированные в стереорежиме квартала Кленникского лесничества

3.3. Измерительное дешифрирование

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

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

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

Определение состава лесных насаждений. Определение формулы состава при помощи круговых площадок:

 внутри круговой площадки сосчитать количество видимых горизонтальных проекций крон деревьев по каждой породе;

– измерить средний диаметр крон и высоту деревьев по каждой породе;

 определить средний диаметр ствола на высоте груди (на основе установленных взаимосвязей);

 – определить среднюю площадь поперечного сечения одного дерева по каждой породе (по формуле площади круга);

 умножить среднюю площадь поперечного сечения на количество деревьев по каждой породе;

 определить сумму средних площадей поперечного сечения по каждой породе и установить предварительную формулу состава;

– с учётом поправок на невидимые горизонтальные проекции крон деревьев на аэрокосмоснимке определить окончательную формулу состава (процент видимых и невидимых крон деревьев на снимке возможно определить по данным пробных площадей, заложенных в данном районе).

Круговая площадка представляет собой объект стандартной геометрической формы, для создания которых выполняется следующая последовательность действий. Окна > Панели инструментов > CAD объекты или установите параметр Редактирование > Режим ввода объектов > CAD объекты. Открывается окно CAD объекты, где выбрать одну из кнопок панели инструментов (рис.3.10). Затем нажать клавишу Insert, чтобы начать создание объекта. Передергиванием мыши и нажатием Insert задаются параметры и размер объекта. После завершения построения нужно нажать клавишу Enter, для отмены создания объекта – ESC.



Рисунок 3.10. Окно САД объекты

В условиях стереодешифрирования реально посчитать количество деревьев по каждой породе, причем делать это не при совсем крупном масштабе, так как изображение начитает расплываться. Хорошо посчитать количество деревьев можно в выделах, где представлена 1-2 породы. Если больше, то отличить среди лиственных породы деревьев практически невозможно (рис.3.11).



Рисунок 11. Определение состава лесных насаждений методом круговых площадок

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

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.

Вторая сложность в том, что на заложенной точке может не быть четко видимой вершины, где коэффициент корреляции будет низким, кроме того при увеличении масштаба

изображение в стерео расплывается. Иногда, эффективно измерить высоту соседнего дерева, не попадающего в круговую площадку, но оно четко просматривается.

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

– открыть окно измерений на панели 2D-окна (рис.3.12)

X	349523.413	Y	6758696.852	z	94.233	
φ		Yp		Zp		
×		đ٢		ďZ		
S		D		dZ/D		
́лх		a		<₽		

Рисунок 3.12. 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;

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

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

Высота дерева будет соответствовать значению dZ в диалоговом окне Измерения. Результат измерения высоты можно видеть на рис. 3.14

							4 6 6 6
Ізме	рения						
\searrow							
×	349535.691	Y	6758678.777	Z	94.233		
Хp	349555.076	Yp	6758687.218	Zp	70 305		AND A THE ACCOUNTS
ď≍	-19.384	đ٢	-8.442	æ	23.928	C	
s	31.931	D	21.143	dZ/D	1.102		
∕±x	203 31'57''	R		s	48 32'11''		
							PARTY OF A STREET, A STORE AS A

Рисунок 3.14. Измерения высоты в стереорежиме

Однако не всегда возможно найти дерево у края леса, поэтому приходится отдельно мерять высоту поверхности земли и высоту дерева держать в уме.

Измерения высоты деревьев (выделов) выполняются в ручном и полуавтоматическом режиме, значения заносятся в атрибут Высота (Height) в автоматическом режиме.

Для полуавтоматического измерения импортируется матрица рельефа с точностью 0.5 м. Матрица рельефа может быть создана непосредственно в проекте для удобства

оператора. Подробно построение матриц рельефа и местности будет рассмотрело в следующем разделе.

Объекты (границы выдела, точка, определяющая высоту полигона) поднимаются на среднюю высоту вершин деревьев H_top, и посредством опции Векторы->Атрибуты->Записать высоту объектов над матрицей в атрибут, вносится относительная высота полога леса (Height) над поверхностью земли H_ground.

В ПК «РНОТОМОD» также существует возможность автоматизированного создания цифровой матрицы местности (ЦММ), включающая высоту деревьев, домов и объектов инфраструктуры и цифровой модели рельефа (ЦМР), описывающая только уровень земной поверхности. Арифметическая разность между ЦММ и ЦМР интерпретируется как высота леса, используемая для количественной оценки таксационных характеристик древостоя.

Определение средних диаметров древостоев элементов леса. Средний диаметр древостоев элементов леса не подлежит прямому измерению. Для определения среднего диаметра древостоя элемента леса необходимо измерительным путем определить среднюю высоту и средний диаметр кроны и, по соответствующему графику, таблице или уравнению определить средний диаметр на высоте груди. Зависимой переменной в уравнениях является средний диаметр кроны, независимыми – таксационнодешифровочные показатели, определяемые при натурных измерениях на пробных площадях (средняя высота, средний диаметр крон, сомкнутость крон) или выделах с выборочной, измерительной или перечислительной таксацией.

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, и заносятся в таблицу атрибутов объекта (рис. 3.15, 3.16). Для измерений диаметров крон необходимо выбирать деревья с хорошо видимыми проекциями крон, близкими по своей величине к средним. Измерять диаметры крон можно как в стереорежиме, так и в горизонтальной плоскости.



Рисунок 3.15. Измерение диаметра кроны в стереорежиме



Рисунок 3.16. Измерение диаметра кроны в стереорежиме

Однако измерение широты возможно, когда кроны деревьев хорошо различимы. На рисунке 3.17 видно сильно слившиеся кроны деревьев, в таких случаях определить диаметр кроны в этом месте практически невозможно. Поэтому для измерений диаметров крон необходимо выбирать деревья с хорошо видимыми проекциями крон, близкими по своей величине к средним.



Рисунок 3.17. Пример определения диаметра кроны

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 (рис. 3.18).



Рисунок 3.18. Таблица взаимосвязей диаметра кроны и высоты деревьев для еловых насаждений

Определение относительной полноты (сомкнутости) полога. 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 StereoMeasure реализован модуль для определения сомкнутости полога. По значению сомкнутости полога можно определить относительную полноту насаждения через установленные взаимосвязи.

Измерительный способ определения относительной полноты в программе Photomod StereoMeasure:

- Откройте стереопару с исследуемым лесным массивом. Выберите Сетка> Создать.

- Выберите Сетка > Свойства и задайте шаг сетки, исходя из разрешения снимка.

- Нажмите и удерживайте Shift, чтобы нарисовать прямоугольную сетку на область лесного массива. Сетка должна выходить за границы лесного массива (рис. 3.19).



Рисунок 3.19. Построение сетки

- Выберите Векторы > Создать слой, чтобы создать векторный слой без классификатора.

- Создайте полигон таким образом, чтобы границы полигона совпадали с границами лесного массива.

- Выберите Сетка > Создать границы из векторов. В результате контур сетки ограничивается созданным полигоном (рис. 3.20).



Рисунок 3.20. Границы сетки, построенные из вектора

- Сделайте активным слой Сетка в Диспетчере слоев.

- Выберите ЦМР > Пикеты > Режим профилирования > Включить или нажмите на кнопку дополнительной панели инструментов Режим профилирования. В результате маркер позиционируется в первый узел сетки.

- Если узел сетки попадает на крону дерева, нажмите клавишу Enter, чтобы создать точку в этом узле. Чтобы пропустить узел сетки, нажмите клавишу Delete. Переход к следующему узлу сетки происходит автоматически. Для возврата на предыдущий узел сетки нужно нажать клавишу Backspace.

- После прохода всех узлов сетки выдается сообщение «Обход завершен».

В системе также предусмотрена возможность постановки точек вручную по сетке в пределах полигона без использования режима профилирования. При этом необходимо соблюдать точность позиционирования пикетов в плане относительно узлов сетки в пределах 1/3 расстояния между узлами сетки.

- Сделайте активным слой Векторы в Диспетчере слоев.

- Выберите Векторы > Атрибуты > Рассчитать сомкнутость полога или нажмите на кнопку дополнительной панели инструментов Векторы.

Для расчета сомкнутости выберите Подсчет узлов палетки – На кронах деревьев. Для получения величины, обратной сомкнутости, выберите Подсчет узлов палетки – Между кронами деревьев. При высокой плотности деревьев оптимальнее ставить точки между кронами деревьев. В этом случае для расчета значения сомкнутости полога выберите Между кронами деревьев (рис. 3.21).

ra	×	
🔘 Между кронами деревьев		
ОК	Отмена	
	га	

Рисунок 3.21. Окно расчета сомкнутости полога

Нажмите ОК. В результате выдается сообщение с результатом расчета сомкнутости полога. Результат вычисления сомкнутости сохранить невозможно, можно только сделать скриншот (рис. 3.22).



Рисунок 3.22. Результат расчета сомкнутости полога

Сложность заключается в том, что не везде видны вершины деревьев, нужно подвинуть сетку, чтобы каждый пункт сетки максимально соответствовал вершине дерева (рис.3.23).



Рисунок 3.23. Фрагмент сетки

По значению степени сомкнутости полога определить полноту насаждения (с помощью уравнений, графиков или номограмм). Для определения полноты насаждения могут использоваться установленные множественные взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями (рис. 3.24).



Рисунок 3.24. Зависимость между полнотой и сомкнутостью полога в сосновых насаждениях в возрасте 70-130 лет

Определение запаса насаждений. Запас лесных насаждений определяется:

 по стандартным таблицам по преобладающей породе, высоте яруса, и относительной полноте (рис. 3.25);

 по установленным множественным взаимосвязям между таксационными и дешифровочными показателями.

	c 1			1 3	Запасы	(M ²)	-	ситель	HEIM DO	олнотаз	м
Н, м	G, M		нг	1,0	0,9	0,8	0,7	1,6	0,5	0,4	0,3
				0	CO	CHA)				
3	10.3	0.906	2.72	28	25	22	20	17	14	11	8
4	15	0,767	3.07	46	41	37	32	28	23	18	14
5	19.2	0.667	3,33	64	58	51	45	38	32	26	19
6	22.1	0.633	3.80	84	76	67	59	50	42	34	25
7	23	0,627	4,39	101	91	81	71	61	51	40	30
8	23,9	0.617	4,94	118	106	94	83	71	59	47	35
9	25,5	0,593	5,33	136	122	109	95	82	68	54	41
10	27.1	0,572	5.72	155	140	124	109	93	78	62	47
11	28	0,562	6,18	173	156	138	121	104	87	69	52
12	29	0,552	6,62	192	173	154	134	115	96	77	58
13	29,9	0,540	7.02	210	189	168	147	126	105	84	63
14	30,7	0,530	7,43	228	205	182	160	137	114	91	68
15	31,5	0,521	7,81	246	221	197	172	148	123	98	74
16	32,2	0,495	7,92	255	230	204	179	153	128	102	77
17	32,9	0,504	8,57	282	254	226	197	169	141	113	85
18	33.6	0,498	8,96	301	271	241	211	181	151	120	90
19	34,3	0,491	9,33	320	288	256	224	192	160	128	90
20	35	0.484	9,69	339	305	271	237	203	170	136	10
21	35.7	0,478	10,03	358	322	286	251	215	179	143	10
22	36,3	0,472	10,39	377	339	302	264	226	189	151	11
23	36,9	0.467	10,73	396	356	317	377	238	198	158	11
24	\$7,5	0,461	11,07	415	374	30	291	249	208	166	12
45	38,1	0,457	11,42	435	392	348	305	261	218	174	13
26	38,6	0,453	11,79	455	410	364	319	273	228	182	13
27	39,2	0,449	12,12	475	428	380	333	285	238	190	14
28	39,6	0,446	12,50	495	446	396	347	297	248	198	14
29	40,1	0,447	12,97	520	468	416	364	312	260	208	15
30	40.6	0.443	13,30	540	486	432	378	324	270	216	16
31	41	0,441	13,66	560	504	448	392	336	280	224	16
32	41,4	0,438	14,01	580	522	464	406	348	290	232	17
33	41,7	0,436	14,39	600	540	480	420	360	300	240	18
34	42	0,434	14,76	620	558	496	434	372	310	248	18
35	42.2	0.433	15,17	640	576	512	448	384	320	256	19

4.1. Суммы площадей сечений (G) при полноте 1.0, видовые числа (F), видовые высоты (HF) и запасы (M) древостоев по относительным полнотам

Рисунок 3.25. Взаимосвязь между относительными полнотами и высотами деревьев

Пример определения запаса на 1 га по стандартным таблицам для сосновых насаждений со средней высотой яруса 24 м и относительной полнотой 0,7 (рис. 3.26).



Рисунок 3.26. Пример номограммы регрессионной зависимости среднего запаса и средней высоты

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

С увеличением возраста древостоев, как правило, увеличиваются размеры проекций крон деревьев, их цвет становится более темным, растут промежутки между кронами деревьев. С возрастом изменяется форма крон – уменьшается относительная протяженность кроны по стволу; форма крон меняется от конусовидной, свойственной более молодым деревьям, до обратнояйцевидной у спелых и перестойных деревьев. Для молодых и особенно средневозрастных древостоев характерна небольшая дифференциация деревьев по высоте. Наиболее сильно разница в высотах деревьев выражена в древостоях старшего возраста.

Степень различимости крон – ещё один важный признак при определении возраста по снимкам. Следует иметь в виду, что степень различимости крон зависит как от их размеров, так и в большой степени от густоты их крон. Характер изменения форм крон с возрастом зависит от региона.

Прямые признаки определения возраста при дешифрировании:

– размеры проекций крон,

– цвет изображения проекций крон,

- размер промежутков между кронами деревьев,

– формы крон,

- относительная протяженность кроны по стволу,

– разновысотность деревьев,

- густота крон,

- плотность собственных и падающих теней.

Косвенные признаки определения возраста при дешифрировании:

- приуроченность лесного насаждения к элементам ландшафта,

 типы лесорастительных условий, типы леса и классы бонитета.
 Определение классов возраста при дешифрировании может выполняться с учетом следующих рекомендаций:

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.

Ниже показаны примеры изображения еловых насаждений разного возраста на материалах аэросъемки (рис.3.27).





- а насаждения в возрасте 70 лет,
- б насаждения в возрасте 90 лет,
- в насаждения в возрасте 120 лет

Кроме прямых и косвенных признаков дешифрирования при определении возраста могут использоваться установленные взаимосвязи, предпочтительно множественные, между таксационными и дешифровочными показателями. Например, зависимость между высотой, диаметром крон, диаметром стволов и возрастом в сосновых древостоях (рис. 3.28).



Рисунок 3.28. Зависимость между высотой, диаметром крон, диаметром стволов и возрастом в сосновых древостоях

4. Структура базы данных (классификатор)

Существующие методы анализа лесного покрова использованы для составления структуры базы данных. В основе создания классификатора лежит метод анализа признаков дешифрирования объектов, суть которого – выявление, соотнесение, обобщение величин и значений признаков объектов (атрибутов).

Классификатор представляет собой набор стандартных атрибутов, используемых для тематической классификации объектов. Все векторные объекты, которые создаются в слое с классификатором, привязываются к одной из записей классификатора. В ПК Photomod предусмотрена возможность создания, редактирования, импорта и экспорта классификатора. Для этого служит окно Классификатор. Классификатор является инструментом систематизации векторных объектов. При работе с классификатором предусмотрена возможность, например, выделения всех объектов одного кода, их удаления, а также отображение различных классов объектов разными цветами.

Классификатор создается в целях отображения объектов в условных знаках: слои данных и их атрибуты, заполняемые согласно требованиям для ведения лесоустроительной информации.

В таблице 4.1 приведены основные слои и атрибуты данных, необходимые при проведении стереодешифрирования.

Nº	Слой базы данных	Тип данных	Краткое описание слоя	Основные атрибуты
1	Граница квартала Kvartal_polygo	Полигон	Граница лесного квартала	Площадь Area Номер лесничества
	n			Num_lesn
				Номер квартала Num_kv
2	Граница выдела	Полигон	Граница выдела	Площадь Area
	v yder_ porygon			Hомер лесничества Num_lesn
				Номер квартала Num_kv

Таблица 4.1 – Структура базы данных

Nº	Слой базы данных	Тип данных	Краткое описание слоя	Основные атрибуты
				Геодезическая высота земли
				H_ground
				Геодезическая высота макушки дерева
				H_top
				Высота дерева
				Height
3	Гидрография	Полигоны	Малые реки,	Справочная геометрия
	Gidrography	(заболоченность), полилинии (реки)	ручьи, участки заболоченности	объекта, уточняется в поле
4	Дорожная сеть	Полилинии	Лесные,	Справочная геометрия
	Road		проселочные	объекта, уточняется в
			тропы	110,10

Структура базы данных является непосредственной частью проекта PHOTOMOD и сохраняется при архивировании проекта. Использование и редактирование классификатора и объектов доступно как на монтажном столе, так и в режиме стереопары снимков. Конвертация классификатора в файл осуществляется с расширением *RSC.

Классификатор является структурой, взаимно согласованной с GIS приложениями посредством обмена данными, имеющими файл *DBF: Окна > список объектов > Сохранить как файл *DBF. Для успешного обмена данными с другими программными продуктами, необходимо соблюдение кодировки данных (слоев, кодов, атрибутов и их значений) латиницей, т.к. кириллица не всегда корректно отображается при импорте-экспорте таблиц.

В новый или существующий классификатор может автоматически встраиваться структура базы данных (слои данных с атрибутами) из обменных форматов ArcGIS *SHP, и AutoCad *DXF при наличии файла *DBF.

Ниже дано пошаговое описание процессов создания и редактирования классификатора.

Шаг 1. Слои (класс данных), подслои (подкласс данных), коды объектов. Структура базы данных стереоскопического дешифрирования создается в монтажном столе в закладке: Векторы > Создать слой с классификатором (рис. 4.1).



Рисунок 4.1. Создание структуры базы данных

Через закладку Окна > Панели инструментов > Векторы (редактирование геометрии объектов) открываем иконку Показать/скрыть окно классификатора (рис.4.2).



Рисунок 4.2. Окно классификатора

Иконкой в левом окне Добавить слой (рис.4.3) добавляется нужный класс объектов (FOREST).

😌 Классификатор (Векторы)						- 1	×
D 📽 🖶 🍋 🕒 🗐 🖬 🖬 🖉 🛱 🤅	. 🧶 🖮 🔳 🖛	"뽑고 취급	🤌 🐸 😂 🥌 🞮 🛤 🛝 🖻				
🥶 🚅 🚝 🍢 🐂	Коды Атриб	уты					
🕸 Слон	Вид Код Имя			Тип	Цвет	Символ	Размер
		A Have	N East				
		Hoe	ын слон Х				
		Forest					
		C	К Отмена				
	¢						>

Рисунок 4.3. Добавление слоя классификатора

Справа в верхней части панели иконкой Добавить объект устанавливаются его характеристики – код (0001), имя кода(FOREST), тип объекта (P – point, L – line, C (circle) – Polygon). Устанавливается цвет и толщина линии для удобства пользователя (рис.4.4).

😌 Классификатор [Векторы]				_	□ ×
D 🖻 🖩 🐿 🖌 🖬 🖬 🕷 🛱 🖉	. 🍂 🖮 🚍 🚥 🖀 🗉 👌 🕾	🖉 🗳 🗳 😂 🍜 📼 🛤 🎘	1		
🥶 😅 🖅 🋸 🐂	Коды Атрибуты				
⊟-® Слон	Вид Код	Имя	Тип Ца	ст Симво	л Размер
- 🕏 FOREST	😌 Добезить код	×			
	Код				
	0001				
	Имя кода				
	FOREST				
	Тип Цзет С V Win ACI	Символ Размер	Стиль линии		
	Заливка полигонов				
	Параметры заливки				
	Цретралноки				
	Прозрачность заливки (%)			
	c 0			100	>
Избранное					

Рисунок 4.4. Редактирование кода классификатора

Шаг 2. Атрибуты объектов. В закладке Атрибуты создаем атрибуты объекта FOREST: CODE NAME – выбираем тип атрибута (text- символьная строка, integer-список значений, float-числовой), размер, доступный только для редактирования текстового типа и описание для экспорта (рис.4.5)

😍 Классификатор [Векторы]			_	\times
 € Классефикатор (Весторы) В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	Соде NAME Соде NAME	★ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		×
✓ Избренное	ОК От	плена		

Рисунок 4.5. Добавление атрибута объекта

Шаг 3. Импорт базы данных из внешнего источника. Объекты импорта с атрибутами и значениями из файла *SHP помещаются автоматически в корневую директорию Слои классификатора. Имена и типы атрибутов отражаются в закладке Атрибуты. На монтажном столе выделяется любой объект, и иконкой А на закладке Векторы проверяется наличие значений атрибутов объекта (рис.4.6).



Рисунок 4.6. Импорт базы данных из файла *SHP *DBF

Создаются подписи объектов по любому из атрибутов: Векторы>Атрибуты-> Создать подписи->Значение атрибута: FORESTCODE (рис.4.7).



Рисунок 4.7. Создание подписей по значению атрибута

Выделенному объекту присваивается нужный код иконкой в слое с классификатором Vydel_polygon (рис.4.8).



Рисунок 4.8. Наследование структуры базы данных из файла *SHP *DBF Выполняется экспорт выделенного объекта в обменный формат:

Векторы > Экспорт > Shape. Файлу экспорта присваивается имя слоя Vydel_polygon для формирования внутреннего файла базы данных *DBF (рис.4.9).





Выполняется импорт файла, сгенерированного PHOTOMOD: Векторы> Импорт > Shape > Vydel_polygon.shp в слой с классификатором. В закладке Атрибуты классификатора появляются атрибуты слоя (4.10).

Шаг 4. Сохраняется классификатор в ресурсы проекта иконкой Сохранить. При необходимости выполняется экспорт во внешний файл *RSC. В результате создания структуры базы данных объединяются существующие и дополнительные слои данных, их атрибуты и значения. Данные готовы для редактирования геометрии и семантики объектов дешифрирования (рис.4.11).



Рисунок 4.10. Векторизация по классификатору в режиме стереопары

· A Wilson opening the Attended of the	average and provide that average	Y.												- 4	0.8
01日年20日年11日日	BOJ QQQQ IF	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1													
		农 6 20 田田市 1841	ALC: NOT THE OWNER OF THE OWNER O	CONTRACTOR DUTING											_
的理论和自己的方法是认识	and the second second		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	adgate all varies	a nicipa	were Elitzhedetzmenn i	· The laws rise	lęter .							
A CONTRACTOR OF A CONTRACT OF	and the second second second		1 44	Her out	Ten	Patient A. A. G. J. F.	F Nation	Hum 225	NUM N2	Depart	ALCON.	hepts:	1424		-
Manager and a second second		4. 《 19 周期 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19	ALL REAL PROPERTY IN A	hose	0	12		4	19	10.4	100.00	11.810	76		
	A DECEMBER OF A		A CONTRACTOR OF A	Replied	£ 1	14	1.28	4	19	TIGHT	10.02	53.008	10		
				futul	ς	38	- 79	14	м.	115.35	199.225	23,607	34		
CONTRACTOR OF A DECK			Contraction of the second s	No. Cal	¢	78		4	11	170-M	20.10	3179	11		
A DECK OF A	是一個語言。 财物法正义的外		A PARTY IN THE R	(Card and	e	18		4	-11	Tria	10.44	10.62	-		
中心地在海路会会一门			ALL STREET	byscal.	5	14	1.12	3.16	14	1	innit	2.325	12		
AND SHOP SHOP IN THE REAL PROPERTY OF	AND REPORTS AND A	Contract of the Auto	12110 22 000	avera .	5-		12		14	11115	1075360	11.754	3		
AN INCOMENTATION OF A PARTY OF A	A REAL PROPERTY OF	STATISTICS OF STATISTICS		And a	2	17	100	1.		Che	10.00	10.00			
States - Charles - Lines	A REAL PROPERTY OF	And a state of the		Andrei	2	14	100	2	1	1000	121100	-0.418	12		1.1
The second second second		A LOW ME AN A LOW	A DESCRIPTION OF THE OWNER OWNER OF THE OWNER OWNER OF THE OWNER OWNE	Applied	8	18	28	14		TIME	116 W	4.991	4		
AND DATE OF STREET				buge	6	58	178	14	1	(26.11	17834	6.(2)	4		- 10
	the second second second	- ASTRONO CONTRACTOR	THE REAL PROPERTY AND A	No. al	é.	28	10	4	14	COM.	201.500	2150	11		
The second s	A DESCRIPTION OF THE PARTY OF	CONTRACTOR DUCK	The second second	Normal .	G	12	100	4	71	1/01	18.01	54.88	77		
			A CAR PARTIES IN 1	leytul .	C	14	1.12	4	× .	126.05	28.54	2(8)7	1Å.		
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	The second second second			Sector	5	38	-67	14		12541	598.545	5134	(T.)		
			A DESCRIPTION OF A	house	£	11	19.	4	3	1100	1982	26,708	1.		
A DESCRIPTION OF	1 Contraction of the	- Contraction Contraction		Segue 1	8	12	- 42	4.		20.0	10.56	.7870			
	2	The second second second	AND DESCRIPTION OF	Wyligi	ę	18	12		1	1 mar	105.467	21411			
and the local distribution of the local distribution of the local distribution of the local distribution of the				Sector	6	34	10	4	- N.	19595	176.8	-0,00	. 8.		
	The state of the second second	and the second se	ACCOUNTS OF A DESCRIPTION OF A DESCRIPTI	1000	5	28	1.12		12	119.26	120.00	6.05	42		
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		the state of the second	And the second second	-	2	14	1.00			110.00	110,000	Contract in the			
O CAR CORE		10.0		Sec.	2	10	128	1.	1	128.25	120 (05)	7140	1		
110	Part Annual I	Discourse and the		Sec.	2	18	12	1		10.0	147,255	1.864			
	1 All 1 All 1	Control CELECTION		fram!	2	18	28	4	78	714.100	THEADE	21.10	n		
11.1		and the second	A DECEMBER OF A	Name	Ε.	14	28	4	11	1,0000	1201444	21518	TI		
And it.	In the second	10 - Contract - 2010	APPENDING I. ;	August .	5	3.8	129	4	- W.	196.26	28.26	22.988	14		
STALL -			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	bule!	C.	3.8	28	- d.	18	11104	20.64	25,363	18		
107			L I	Testini	c	22	- 28	4	1.	TING	2011	21.18	4		
R. P.		A DESCRIPTION OF THE OWNER OF THE	The second s	huma	=	18	- 28	4	31.	116.24	28.01	24,899			
	and the second second	And the second second	Contraction of the local division of the loc	Recei :	5	3.8	18	. 4	1	140.04	102.00	18.0	1.6		
States and a state of the state	and the second se	A CARLON AND A CARLON	ALL	Applel	9	18	18		4.	100.02	281.799	24,258	4		
A CONTRACTOR				legaled	5	11		15.5	1	1/6.041	200.000	215/9	1		
and the second se	and the second se	The second s	CARD CONTRACTOR		5		1.5		-	10000	100.000	2161	- 2		
	the second se		the second s	Tech l		1.0		-			1170.581		1.5		

Рисунок 4.11. Структура базы данных в виде таблицы *DBF

5. Создание цифровой модели местности и рельефа

В ЦФС Photomod предусмотрена возможность создания цифровых моделей рельефа по различным наборам данных. Цифровая модель рельефа – цифровое картографическое представление земной поверхности как в виде регулярной сетки высот (DEM), так и в виде нерегулярной сетки треугольников (TIN). Для построения цифровой модели рельефа используются следующие наборы данных, по отдельности или в совокупности:

• пикеты – точечные векторные объекты, расположенные на поверхности рельефа;

• нерегулярная пространственная сеть треугольников (TIN, Triangulation Irregular Network) – одна из моделей пространственно-координированных данных, которая используется при конструировании цифровой модели рельефа, в виде высотных отметок в узлах нерегулярной сети треугольников, соответствующей триангуляции Делоне; • горизонтали – векторные линии, соединяющие точки с одинаковыми высотами на местности;

• матрица высот – цифровое картографическое представление земной поверхности в виде регулярной сетки значений высот.

При выполнении данной работы использовалась технологическая схема, приведенная на рис. 5.1.



Рисунок 5.1. Технологическая схема построения матрицы разности (высоты полога леса) в ПК «РНОТОМОD»

Построение регулярной сетки. Сетка строится как на весь блок изображений, так и на любую часть блока или на выбранную стереопару. Форма границ сетки также может быть как прямоугольной, так и в виде произвольного полигона. Для создания сетки выберите Сетка > Создать (Ctrl+N, G) или нажмите на кнопку основной панели инструментов. В Диспетчере слоев создается новый слой Сетка. Область построения сетки определяется одним из следующих способов:

• чтобы создать сетку с заданной прямоугольной границей, одновременно удерживайте клавишу Shift и растяните кнопкой мыши растяните прямоугольную область на блоке изображений или на выбранной стереопаре;

• чтобы создать сетку с произвольной границей, определите область построения сетки в режиме группового выделения полигоном и при нажатой клавише Shift определите мышью все узлы границы – области построения сетки. Завершите создание произвольных границ сетки двойным щелчком мыши.

Для использования полигонов векторного слоя в качестве областей построения сетки выполните следующие действия:

1) Выберите Векторы > Создать слой, чтобы создать векторный слой без классификатора либо загрузите слой с полигонами, которые используются в качестве границ сетки.

2) Создайте полигон таким образом, чтобы границы полигона совпадали с границами области, которая используется для построения.

3) Выделите полигоны для использования в качестве границ построения сетки, иначе сетка строится с учетом всех полигонов слоя.

4) Выберите Сетка > Создать границы из векторов. В результате граница сетки проходит по контуру созданного полигона.

Чтобы построить сетку на весь блок изображений без явного определения границ, выберите Сетка > Свойства, задайте параметры сетки и нажмите ОК. Сетка строится автоматически на весь блок и граница сетки проходит по внешнему контуру изображений блока.

Набор пикетов. В системе предусмотрены следующие режимы создания пикетов:

• вручную в стереорежиме – точки добавляются вручную в стереорежиме с использованием кореллятора или без него; Параметры коррелятора задаются в окне общих настроек системы на закладе Коррелятор.

• в полуавтоматическом режиме профилирования с предварительным созданием регулярной сетки узлов – осуществляется последовательное прохождение всех узлов регулярной сетки и добавление пикетов вручную (с использованием кореллятора или без него) либо пропуска узла и перехода к следующему;

• в автоматическом режиме с предварительным созданием регулярной сетки узлов. При этом в окрестностях узлов сетки с помощью коррелятора вычисляются пространственные координаты точек и создаются пикеты, если координаты удалось вычислить. В автоматическом режиме выполняется обход узлов сетки заданное число раз с разными параметрами коррелятора, контроль точности, отбраковка и фильтрация пикетов, сохранение оценки качества. Именно автоматический набор пикетов предлагается использовать с их последующей фильтрацией и редактированием.

Полученные пикеты используются как векторная основа для создания ЦМР. Дополнительные возможности редактирования пикетов позволяют получить векторную основу для построения TIN и создания матрицы высот.

Принцип автоматического расчета пикетов заключается в следующем. Для каждой выбранной ориентированной стереопары автоматически выполняется обход всех узлов сетки, попадающих в область перекрытия снимков стереопары, и попытка вычислить пространственные координаты в окрестности каждого узла сетки с помощью коррелятора. В случае успешной корреляции осуществляется контроль точности координат каждой найденной точки, по результатам которого точка либо добавляется в векторный слой как точечный объект либо исключается. Если не удалось вычислить пространственные координаты в окрестности какого-либо узла сетки, он пропускается и осуществляется переход к следующему узлу сетки.

Перед запуском автоматического расчета пикетов выполните следующие подготовительные действия:

1. Определите область поиска: выделите стереопары блока для автоматического расчета пикетов.

2. Постройте регулярную сетку узлов для выбранной области поиска.

3. Выберите ЦМР > Пикеты > Расчет пикетов. Открывается окно Расчет пикетов.

В разделе Конфигурация коррелятора выберите в списке один из следующих типов местности. Для лесной территории больше подходит сельская местность или сельская местность 2.

4. В разделе Область поиска установите область поиска, для которой осуществляется автоматический расчет пикетов

После установления всех показателей, нажмите ОК. Запускается процесс расчета пикетов. Процесс расчета пикетов довольно длительный.

Полученные пикеты можно отредактировать: изменить положение по высоте, добавить/удалить в стереорежиме. При создании ЦММ можно добавить пикеты на залесенных территориях, «посадив» их на уровень верхушек деревьев. При создании ЦМР положение пикетов должно соответствовать уровню земной поверхности, в т. ч. и на лесных территориях. Для этого пикеты, расположенные в лесу необходимо «посадить» на уровень земли в стереорежиме.

В ПК «РНОТОМОD» предусмотрена возможность автоматического удаления, исправления или обнаружения пикетов, попавших на дома, деревья, ямы, полученных при автоматическом расчете, а также фильтрации случайных выбросов: *ЦМР*—*Пикеты*—*Фильтрация* (рис. 5.2).



Рисунок 5.2. Фильтр пикетов в ПК «РНОТОМОД»

Виды фильтров:

- прореживание пикетов прореживание плотно расположенных точек с заданной степеню прореживания;
- фильтр по Z-диапозону точек фильтрация точек и вершин полилиний/полигонов, Zкоордината которых выходит за пределы установленного диапазона;
- медианный фильтр по Z фильтрация точек и вершин полилиний/полигонов по маске заданного размера;
- фильтр близлежащих точечных объектов фильтрация точек, находящихся ближе заданного расстояния;
- фильтр строений и растительности фильтрация точек, попадающих на высотные объекты. Используется для получения слоя точек, описывающих только рельеф местности;
- фильтр объектов на поверхности фильтрация точек, попадающих на отдельные высотные объекты или ямы характерного размера;
- фильтр по характеристикам изображения фильтрация объектов в зависимости от характеристик растрового изображения. На подготовительном этапе «Обучение»

оператором вручную отбираются характерные участки растра, служащими эталонами при фильтрации.

Для устранения грубых ошибок рекомендуется провести фильтрацию по Zдиапазону, изменив значения минимальной и максимальной высот. *ЦМР* \rightarrow *Пиекты* \rightarrow *Фильтрация* \rightarrow *Фильтр по Z-диапазону*, (рис. 5.3).

Слой	Векторы _сетка10_для_ЦММ (Векторы (3))							
Zmin	10.0450 м		Zmax	219.1052 м				
Диапаз	он фильтра							
Zmin	180.0	м	Zmax	230,0 м				
				ОК Отмена				

Рисунок 5.3. Фильтр по Z-диапазону в ПК «PHOTOMOD»

Затем можно воспользоваться фильтром «по характеристикам изображения». Данный фильтр рекомендуется использовать для построения ЦМР, т. к. он убирает пикеты, построенные в зоне леса и «не лежащие» на земле. При подготовительном этапе, оператором вручную отбираются характерные участки растра (в нашем случае – области покрытые лесом), служащие в качестве эталонных образцов при процессе фильтрации. Затем необходимо навести маркер на характерную область растра и нажать на кнопку Добавить в разделе Обучение. Повторить действия, меняя позицию маркера. Для проверки обучения наведите маркер на область растра, отличающуюся (или наоборот схожую) от эталонной и нажмите кнопку Проверить. Результаты «-» или «+» сигнализируют о совпадении или несовпадении характеристик тестируемого участка с полученными в процессе обучения эталонами. В разделе Статистика нажмите кнопку Собрать. В пределах размера полумаски, для каждого из цветовых каналов отображающие рассчитываются параметры, статистические характеристики распределения яркости пикселей.

Построение TIN. Нерегулярная пространственная сеть треугольников (*TIN, Triangulation Irregular Network*) – одна из моделей пространственно-координированных данных, которая используется при конструировании цифровой модели рельефа, в виде высотных отметок в узлах нерегулярной сети треугольников, соответствующей триангуляции Делоне. Триангуляция Делоне – треугольная полигональная сеть, образованная на множестве дискретно расположенных точек, соединенных между собой непересекающимися отрезками прямых линий таким образом, что описанная вокруг каждого треугольника окружность не содержит внутри себя точек исходного множества.



Рисунок 5.4 – Нерегулярная пространственная сеть треугольников (TIN), построенная для ЦММ (слева) и ЦМР (справа) на залесенную территорию в ПК «РНОТОМОД»

Построение матрицы высот (ЦМР, ЦММ). Матрицей высот (DEM – *Digital Elevation Model*) – называют цифровое картографическое представление земной поверхности в виде регулярной сетки значений высот. Исходными данными для создания матрицы высот являются следующие данные, по отдельности или в совокупности:

- TIN;
- регулярные или нерегулярные пикеты (точечные объекты);
- векторные объекты.

В ПК «РНОТОМОD» предусмотрена возможность локального выравнивания значений высот области матрицы высот, ограниченной полигоном на векторном слое, например на участках сплошного леса, где нет возможности точно спроецировать пикеты на землю.

Чтобы выровнять фрагмент матрицы, выполните следующие действия:

- создайте векторный слой;
- создайте один или несколько полигонов, которые ограничивают выбранные фрагменты матрицы либо загрузите слой с полигонами для использования в качестве границ;
- выделите не менее одного граничного полигона для интерполяции значений высоты ячеек внутри него;
- выберите ЦМР→ Матрица высот→Интерполировать высоту в выделенных полигонах;
- укажите входной ресурс и путь к выходной папке, выбираем метод интерполяции по умолчанию (полиномиальная модель).

В результате значение высоты ячеек матрицы внутри выделенных полигонов интерполируется выбранным методом. Однако данный процесс занимает достаточно много времени, на участок 4 км² – 5 часов.



Рисунок 5.5 – Цифровая модель местности (вверху) и цифровая модель рельефа (внизу), построенные на участок леса в ПК «РНОТОМОД»

Построение матрицы разности. В ПК «РНОТОМОD» предусмотрена возможность построения *матрицы разности* путем вычитания одной матрицы высот из другой (рис. 5.6). В результате можно по матрице разности получить высоту леса. Используем созданную цифровую модель местности и цифровую модель рельефа. Данный процесс предусмаривает следующие действия:

- загрузить матрицы высот для вычитания;
- выбрать ЦМР→ Матрица высот→Контроль точности → построение матрицы разности;
- открывается окно Параметры вычитания матриц высот. В появившемся окне первой выбираете ЦММ, второй ЦМР. По умолчанию стоит опция разности с размером ячейки первой матрицы высот (т. е. ЦММ). Отметить опцию «Разность»;
- удерживая клавишу *Ctrl*, выделите обе матрицы;
- указать путь для сохранения выходной матрицы, в разделе Выходная матрица высот.



Рисунок 5.6. Цифровая модель местности и цифровая модель рельефа

В ПК «РНОТОМОD» есть возможность записать разность между матрицей высот и высотой векторного объекта в качестве атрибутов объектов, т. е. автоматически записать в атрибутивную таблицу высоту деревьев выдела после стереовекторизации границ при наличии ЦМР, (рис. 5.5). Для этого нужно выполнить следующие действия:

- загрузить векторный слой и ЦМР в проект;
- выбрать Векторы→ Атрибуты → Записать высоту объектов над матрицей высот в атрибут и задать в открывшемся окне параметры:

😎 Выбор слоев	11 45	×						
Имя атрибута: height								
Округлять до знака: 0)							
Высота векторных объектов								
 Средняя 	Минимальная	🔘 Максимальная						
- Высота матрицы высо	т							
💿 Средняя 🛛 🔘	Минимальная	🔘 Максимальная						
🔲 Применять к выделенным								
	ОК	Отмена						

Рисунок 5.7. Окно параметров записи высот объектов над матрицей высот в атрибут в ПК «PHOTOMOD»

После ввода всех атрибутов объектов слоя выполняется контроль следующих ошибок (функция доступна только для версии ПК «PHOTOMOD» StereoMeasure):

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

Значения разницы матриц рельефа и местности используется для определения средних высот насаждения в пределах выдела.

2. Технология оперативного выявления площадей погибших, поврежденных, усыхающих лесных насаждений с помощью беспилотных летательных аппаратов

В последние годы лесохозяйственные учреждения приобрели и используют беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для контроля лесного фонда, разведки лесопожарной обстановки, мониторинга санитарного состояния насаждений и других задач.

РУП «Белгослес» совместно с ООО «Армософт» разработало технологию оперативного выявления повреждений лесных насаждений на основе данных, получаемых с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в системе автоматического мониторинга «Лесной страж».

С помощью программного комплекса выполняется:

<u>1.</u> <u>Выбор границ облета территории для дальнейшего выполнения съемки</u> обследуемого участка.

<u>2.</u> <u>Выполнение съемки и формирование накидного монтажа снимков на</u> участок.

3. Автоматический облет выбранной площади без ручного управления.

<u>4.</u> <u>Визуальное подтверждение и уточнение координат и границ</u> поврежденного участка лесного фонда.

<u>5.</u> <u>Определение местоположения поврежденного участка в границах</u> квартал-выдел.

<u>6.</u> <u>Предварительное определение площади поврежденного участка.</u>

<u>7.</u> <u>Работа с картографическими материалами и детальное определение</u> (дешифрирование) поврежденных участков лесного фонда.

<u>8.</u> <u>Передача данных для выполнения полевых натурных обследований и</u> назначения хозяйственных мероприятий.

Программное обеспечение устанавливается на планшетный компьютер или смартфон под управлением OC Android.

Для работы программного обеспечения с картографическими данными выполняется подготовка векторных лесоустроительных данных: квартал, выдел, их нумерация. При необходимости добавляются населенные пункты, лесные и другие дороги, а также остальные информационные слои. Подготовленные векторные слои используются для формирования карты территории лесхоза и загружаются в программное обеспечение, а также на сервер для работы в онлайн режиме.

Обследование выполняется по принципу «миссия полетного задания». Интерфейс простой, интуитивно понятный.

Информация, собранная программой, может быть передана в систему для фото- и видеофиксации участка облета.

При работе с приложением необходимо выбрать соответствующую миссию:

- мобильная наблюдательная вышка;

- обследование (патрулирование) территории по заданному маршруту;

- свободный полет с ручным управлением;

- полет создания фотоплана территории съемки.

Приложение имеет следующую функциональность:

- представление информации о местоположении БПЛА и его оператора на карте;

- вывод всей доступной оперативной информации с БПЛА на монитор оператора (планшет) и мониторы диспетчеров в режиме on-line;

- сервис медиа-архива;

- обследование и вывод оперативной информации на интерактивную карту;

- определение площадей обследуемых объектов;

- увязка информации БПЛА (маршрут, фото, видео);

- создание фотомозаичной съемки заданной территории.

Предполагается, что наибольшее распространение должны получить именно микро-беспилотники, поскольку средние и легкие БПЛА требуют специалистов для их обслуживания и управления. Они направлены на замену авиации и следовательно, имеют все ограничения самолетов, не обладая их преимуществами. Для их полета необходима определенная площадка для взлета.

Работа с приложением управления БПЛА

При первом запуске приложение потребует разрешения для использования ресурсов мобильного устройства. Затем необходимо ввести учетные данные пользователя системы, подтвердить изменения и войти. Для первого входа в систему необходимо подключение к интернет-сети для верификации учетных данных и получения настроек с сервера.

Для непосредственной работы с приложением (программой) необходимо зайти на веб-страничку для входа в систему. После входа в систему приложение выполнит автоматическое определение БПЛА, его настройку для работы в системе.



Рисунок 1. Вход в систему с работой БПЛА

После выполнения автонастроек необходимо нажать кнопку «ВХОД» в правом нижнем окне приложения (рисунок 1). После входа в программу будет загружено основное окно интерфейса.



Рисунок 2. Вид интерфейса основного окна приложения

Описание пользовательского интерфейса рисунка 2:

- 1. Координаты пользователя Широта/Долгота.
- 2. Показания компаса от 0 до 360. 0 Север, 90 Восток, 180 Юг, 270 Запад.
- 3. Переход в режим управления БПЛА. Включение фото- или видеорежима (рисунок 3).





Рисунок 3. Режим включения видео- (фото-) камеры

4. Управление слоями карты. При нажатии на данную иконку приложения появится следующее окно (рисунок 4):



Рисунок 4. Окно управления слоями

4.1 Выбор базового слоя карты.

4.2 Кнопка для скачивания всей видимой области базовой карты во всех масштабах в память мобильного устройства, для дальнейшего автономного использования.

4.3 Индикатор процесса выкачивания видимой области карты.

4.4 Список пользовательских слоев.

4.5 Включение/Отключение видимости слоя.

- 4.6 Кнопка скачивания слоя в память мобильного устройства.
- 5. Компас.
- 6. Повторное получение данных с сервера.
- 7. Центрирование карты по месту положения пользователя.

После выполненных подготовительных этапов входа в систему и запуска БПЛА – переходят к выполнению миссии полетного задания.



Рисунок 5. Визуализация на видеосъемке повреждений лесного фонда Вызывается меню выбора режимов полета (рисунок 6).



Рисунок 6. Меню выбора режимов полета

1) Обследование поврежденных участков, пожаров. Этот режим позволяет загружать данные по повреждениям, пожарам для их дальнейшего осмотра, а также создавать и редактировать сообщения о пожарах, повреждениях.

2) Съемка местности. Режим, в котором можно отснять указанную пользователем территорию, передать данные в систему, объединить снимки в общую карту и привязать ее к местности.

3) Облет заданных точек. Режим дает возможность создать точку в любом разрешенном для полетов месте с указанием направления БПЛА, высоты, наклона камеры и режима съемки.

4) Режим вышки. Автоматический режим, позволяющий взлететь на указанную высоту и сделать 6 снимков во всех направлениях.

5) Свободный полет. Режим ручного управления БПЛА.

Для целей обследования территории выполняется миссия «патрулирование», при которой задается определенный маршрут, по которому выполняется полет и визуализация состояния лесных насаждений.



Рисунок 7. Прокладка маршрута для выполнения обследования лесных насаждений

Запись трека полета БПЛА.

у **Б**в правой

Для того чтобы начать запись трека необходимо нажать на кнопку и в части экрана. Все записанные треки сохраняются в меню «Треки».

<						
A	ПОО и пожары					
~	Треки					
ħ=	ћ₌ Маршруты					
a		Карты				
	Тре	ки				
201 -11-18 15:19	39	20191118151939				
	68.28 M	0.0118 Гa	Î			
2019-11-18 15:27	16	20191118152716				
	26.93 M	0.0022 Га	Ĩ			
2019-11-20 10:09	09	20191120100909				
& ☆ ∲	28.86 M	0.0034 Га	Î			

Рисунок 8 Интерфейс окна при работе с треками

Функции при работе с интерфейсом окна треки:

- 1- Отобразить маршрут на карте;
- 2- Добавить в избранное;
- 3- Показать расположение маршрута;
- 4- Открыть палитру цветов;
- 5- Удалить маршрут.

Построение маршрута движения.

Чтобы построить маршрут движения необходимо нажать на кнопку 💽 в левой части экрана, выбирать желаемое место старта и финиша полета (рисунок 9).



Рисунок 9. Построение маршрута полета

После определения точек старта и финиша, на карте будет отображен маршрут полета.

Внизу экрана высветится расстояние и расчетное время в пути.



Режимы патрулирования.

Для выбора нужного режима патрулирования (наземный/авиационный) необходимо перейти в настройки приложения и нажать на соответствующую кнопку.

<		Настройка параметров	
E D	Имя	Администратор	
	ИД устройства	357812081154228	
	Версия	4.6.3.7	
	Выход	€	



При этом должна поменяться иконка на карте

В самом низу экрана на панели будет указано:

- 1.- Текущая высота над уровнем моря;
- 2.- Текущая скорость движения;
- 3.- Направление движения по азимуту.



Рисунок 11. Интерфейс окна в режиме патрулирования

Миссия «полет создания фотоплана объекта обследования» (рисунок 12, 13).

При данном режиме в планшете на карте указываются границы фотографируемого объекта, высота съемки, затем программа автоматически рассчитывает оптимальный маршрут облета и необходимые параметры фотографирования. После запуска БПЛА – выполняется съемка и возврат БПЛА к месту взлета.

На карте помимо карты-подложки (космосъемки-google) представлены границы кварталов и выделов с их нумерацией, а также границы объекта, в пределах которых необходимо выполнить обследование. Вся информация предварительно подготавливается и загружается в систему. Подготовка данных территории обследования может быть сохранена на планшете заранее, чтобы обеспечить работу на территории, где нет связи.



Рисунок 12. Выполнение съемки площадного объекта.



Рисунок 13. Формирование накидного монтажа выполненной съемки площадного объекта (фотоплан объекта)

Процесс выполнения миссии (задания) можно контролировать на планшете двумя способами:

- наблюдая перемещение БПЛА по карте;

- наблюдая видео картинку с БПЛА (рисунок 14).

Нужно отметить, что программным комплексом автоматически рассчитываются координаты кадра съемки, а также отображается местоположение БПЛА в границах квартал-выдел.

Результаты съемки и других данных (фото, видео, треки передвижения оператора и БПЛА) передаются в систему и могут быть отображены как слой картографической подсистемы. Это позволяет в дальнейшем производить расчеты площади участка обследования на момент съемки.



Рисунок 14. Контроль выполнения съемки площадного объекта

Вся информация о выполненной миссии - фотоснимки, маршрут, точки съемки, полигон обследования, параметры мозаики (формируется на планшете) - хранится в виде общей медиаколлекции (рисунок 15) и может быть отправлена в медиатеку системы для дальнейшего использования.

2	F					
20190919	2019-09-19	6			20190923	
20190920	2019-09-20	8	224	6/6	6 2019-09-23 12:31:09	
20190923	2019-09-23	4		9		
20190923	2019-09-23	5		0/0		
20190923	2019-09-23	5		0-0 4/4	2019-09-23 12:43:01	0
				0-0 0-0 0-0 1/1	2019-09-23 17:33:34	D
				0/0	2019-09-23 17:37:19	

Рисунок 15. Архив данных выполненной съемки участка обследования

Информация о миссии: дата, время, место, оператор, квадрокоптер – не могут быть изменены оператором БПЛА, поэтому могут считаться данными объективного контроля.

Имеется опция для расчета маршрута движения к заданной точке. Во время патрулирования или обследований все материалы, снятые как БПЛА, так и на фотокамеру планшета/смартфона группируются в коллекции. Для разных коллекций в программе предусмотрен разный дополнительный функционал.

Для «фотомозаики» в режиме «накидного монтажа» можно вручную скорректировать положение кадров для более точной увязки.



Рисунок 16. Представление данных в постполетном режиме в серверном программном приложении.

Для миссии «мобильная вышка» работает режим видеопанорамы.

Для обследования поврежденного участка лесного насаждения – режим расчета площади участка.

При выполнении полетов и обнаружении поврежденного участка леса или отдельных деревьев, выполняется фотографирование с передачей на планшет/смартфон, автоматически определяются координаты, затем выполняется переход в режим «карта» и запись квартал-выдел.


Рисунок 17. Режим измерения площади поврежденного участка

Все данные съемки территории обследования могут в дальнейшем быть использованы для более углубленной обработки с применением других специализированных программных продуктов, в том числе и ГИС-пакетов с картографических возможностью использования И повыдельных баз данных лесоустроительной информации для получения более детального анализа и принятия правильных решений по назначению хозяйственных мероприятий на территорию поврежденного участка лесного насаждения.

3.Методические указания по образованию постоянных хозяйственных участков при участковом методе лесоустройства

1. Общие положения

Участковый метод – метод ведения лесного хозяйства по насаждениям, в основу которого закладывается преобладающая порода. Этот метод предусматривает образование при лесоустройстве хозяйственных участков, состоящих из таксационных выделов, различающихся таксационной характеристикой, но имеющих одинаковые почвенно–типологические условия

Этот метод применяется там, где имеется практическая возможность индивидуального подхода к осуществлению всех видов лесохозяйственной деятельности и иных мероприятий по каждому хозяйственному участку. Объект участкового лесоустройства должен характеризоваться высоким уровнем интенсивности ведения лесного хозяйства и лесопользования, полным сбытом древесины, наличием хорошо развитой дорожной сети в лесном фонде. В лесах должно быть проведено почвенно-лесотипологическое обследование, подтверждающее преобладание почв с гигротопом 1-3, с высоким потенциалом производительности (бонитет не ниже 2) коренных целевых пород.

2. Требования по формированию постоянных хозяйственных участков

1. Постоянный хозяйственный участок (далее – ПХУ) является территориально – хозяйственной единицей, выделяемой с целью формирования перспективного выдела посредством проведения комплекса различных лесохозяйственных и иных мероприятий, направленных на получение древостоя одной перспективной породы.

Территория лесного квартала делится на постоянные хозяйственные участки, каждый из которых состоит из одного или нескольких таксационных выделов.

2. Минимальная величина хозяйственного участка по площади – 1 гектар, максимальная площадь не ограничивается. ПХУ, превышающие максимальный размер лесосеки соответствующего вида и способа рубки главного пользования, установленный правилами рубок для целевой породы, могут разбиваться на лесосеки без образования новых выделов. Таксационные выделы, площадь которых менее 1 гектара, присоединяются к ближайшему по территориальному расположении ПХУ.

3. Основой для образования хозяйственных участков служат выделенные почвенно-типологические группы(ПТГ). Границы ПТГ являются основой для выделения хозяйственных участков, границы таксационных выделов при необходимости могут корректироваться.

При выделении и установлении границ ПХУ используются плановокартографические материалы лесоустройства и почвенных обследований.

4. Хозяйственный участок преимущественно выделяется на базе одной ПТГ. В отдельных случаях(при мелкой контурности таксационных и почвенных выделов) один хозяйственный участок может быть организован на базе двух и более ПТГ, имеющих одну перспективную древесную породу.

5. ПХУ образуются в составе одной категории или подкатегории леса в зависимости от установленного режима и ограничений по лесопользованию и ведению лесохозяйственной деятельности. Если площадь таксационного выдела менее 1 гектара, то он присоединяется к таксационному выделу, имеющему более строгий режим по ограничению лесопользования или при возможности выбора может быть присоединен к выделу с наиболее схожей таксационной характеристикой с точки зрения последующей трансформации в целевое насаждение.

6. Первоначальный хозяйственный участок образовывается на базе самой распространенной, наиболее отвечающей лесорастительным условиям и наивысшей продуктивности для произрастания насаждений ПТГ. При наличии перспективных

возможностей большой хозяйственный участок может разделяться на более мелкие участки на базе единства преобладающей породы и группы возраста. Крайние возрастные различия выделов, возможных для объединения в участок, для хвойных и твердолиственных пород – 20 лет, для мягколиственных – 10 лет. Максимально возможный древесный запас перспективного насаждения рассчитывается исходя из оптимального соотношения пород в составе.

7. При организации последующих хозяйственных участков следует учитывать их варианты при различии преобладающих пород, возрастов, лесохозяйственных мероприятий, категорий земель и их предполагаемых изменений. Возможны следующие варианты объединения выделов в границах одной ПТГ:

- спелые насаждения, поступающие в рубку с созданием лесных культур и несомкнувшихся культур с одной целевой породой;

- спелые насаждения разных преобладающих пород с запроектированными одинаковыми способами и видами рубок главного пользования и лесовосстановительными мероприятиями;

- выдела несомкнувшихся лесных культур и примыкающие к ним не покрытые лесом земли(вырубки, гари, прогалины) или нелесные земли, на которых проектируется создание лесных культур одной породы;

- насаждения различных преобладающих пород, в которых проведением рубок ухода можно сформировать близкий к основному целевой состав насаждения;

- выдела с запроектированными мероприятиями по реконструкции насаждений;

- насаждения, в которых целевой состав достигается проведением рубок обновления или формирования (переформирования) лесных насаждений.

8. Окончательное формирование ПХУ производится с учетом технической и экономической возможности проведения хозяйственных мероприятий по их приоритетности и интенсивности. К интенсивной зоне следует относить ПТГ с гигротопами 1 – 3 (все виды рубок ухода и рубок главного пользования, создание лесных культур), к средней интенсивности – с гигротопом 4, а также мелиорированные насаждения с гигротопом 5 (преимущественно сплошные рубки, ограничено создание лесных культур и ухода в молодняках), к слабой интенсивности – немелиорированные с гигротопом 5 (сплошные рубки с естественным возобновлением леса, без рубок ухода), которых невозможно трансформировать и поэтому следует признавать коренными.

При проведении последующего лесоустройства уточняются границы ПХУ. В случаях произошедших изменений таксационной или гидрологической характеристики насаждений производится корректировка границ ПХУ.

9. В случаях мелкой контурности границ почв и таксационных выделов хозяйственные участки организовываются с объединением смежных в экологическом ряду ПТГ с учетом их закономерных сочетаний (в один хозяйственный участок могут входить ПТГ сосняков черничных и брусничных, ельников орляковых и кисличных и так далее по принятым сочетаниям). Также следует соблюдать условие, чтобы ПТГ объединенных выделов имели одну перспективную породу.

10. При организации хозяйственных участков следует стремиться к тому, чтобы их границы носили как можно более правильную конфигурацию. В качестве границ ПХУ необходимо использовать четкие искусственные и естественные рубежи, такие как дороги, просеки, объекты гидрографии. По возможности слишком кривые линии границ ПХУ следует корректировать, приближая к прямым линиям.

11. На лесоустроительных планово-картографических материалах (планах лесничеств) условными цветами показываются ПТГ или сплошной коричневой линией наносятся их границы и проставляется номер. Производится печать плана почвенно типологических групп. Для выделенных в квартале ПТГ дается ведомость с таксационной характеристикой выделов и запроектированных в них хозяйственных мероприятий. По вышеуказанным признакам с использованием плана лесонасаждений и плана почвенно-

типологических групп формируется ПХУ с обозначением границ синим цветом и присвоением в пределах квартала номера. Отдельно составляется ведомость входящих в состав ПХУ выделов, производится печать плана организации постоянных хозяйственных участков (рис. 1-3).

12. Все лесохозяйственные мероприятия, рубки главного пользования, рубки промежуточного пользования и прочие рубки намечаются по таксационным выделам, но для каждого постоянного хозяйственного участка в отдельности. Объем лесопользования и лесохозяйственных мероприятий в целом определяется суммированием объемов для каждого вида мероприятий и дополнительно назначенных при формировании ПХУ.

Ежегодные объемы по всем видам рубок определяются исходя из сроков достижения поставленных задач.

3. Отграничения на местности постоянных хозяйственных участков.

Отграничения и вынос на местность постоянных хозяйственных участков осуществляется установленными лесохозяйственными знаками, принятыми методами и средствами обозначения границ на местности. В случае прохождения границы участка по квартальным просекам, объектам дорожной, гидрографической сети, другим четко определяемым на местности разграничительным линиям, обозначение границ на местность не выносится. Если граница ПХУ проходит по таксационным выделам, то на местности для обозначения границ прокладываются визиры с нанесением краски на деревья с обязательной геодезической съемкой с применением GPS навигаторов, аналогично работам, выполняемым при отграничении лесосек для проведения рубок леса. Применяемые для обозначения границ методы и средства должны обеспечивать четкое определение границ лесного участка на территории лесного фонда.

Окончательный порядок проведения работ по отграничению ПХУ на местности определяется отдельно для каждого лесохозяйственного учреждения.



Рисунок 1. Фрагмент плана лесонасаждений лесничества



Рисунок 2. Фрагмент плана почвенно-типологических групп лесничества



Рисунок 3. Фрагмент плана организации постоянных хозяйственных участков лесничества

Для заметок	

Для заметок	

