

Цифровая фотограмметрическая система

**PHOTOMOD**

Версия 6.3

**РУКОВОДСТВО  
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Обработка лидарных данных



**Оглавление**

1. О документе .....	3
2. Использование лидарных данных в системе .....	3
3. Окно «Загрузка лидарных данных» .....	4
4. Загрузка и отображение лидарных данных .....	7
5. Нарезка на листы .....	9
6. Преобразование лидарных данных в матрицу высот .....	11
7. Фильтрация LAS .....	12

## 1. О документе

Настоящий документ предназначен для ознакомления с процессом обработки лидарных данных и облаков точек для использования в системе *PHOTOMOD* и содержит описание загрузки, режимов просмотра и обработки лидарных данных.

## 2. Использование лидарных данных в системе

В системе предусмотрена возможность загрузки лидарных данных, преобразования этих данных в матрицу высот и сохранение матрицы в ресурсах активного профиля.

*Лидар* (LIDAR англ. Light Detection And Ranging) — технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеивания в прозрачных и полупрозрачных средах. Полученные данные называют *лидарными данными*.

Лидарные данные поставляются в файлах формата LAS, которые содержат координаты XYZ точек лазерного отражения и их атрибуты (порядковый номер отраженного импульса, общее количество отраженных импульсов в точке, данные классификации объектов).



В системе поддерживается использование файлов формата LAS независимо от способа получения данных.



В системе поддерживается использование файлов LAS с форматами хранения точечных объектов с 0 до 2. При попытке импорта файлов в формате большем 2 выдается сообщение об ошибке.



Формат LAS поддерживает классификацию точек на основе спецификаций, разработанных обществом *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS)*. Ниже приведена, предназначенная для LAS-файлов версии 1.4:

Таблица 1. Классификация

Значение классификации	Тип классификации
0	Классификация не выполнялась
1	Не присвоено
2	Земля
3	Низкорослая растительность
4	Растительность средней высоты
5	Высокая растительность
6	Здание
7	Низкий шум
8	Ключевые для модели / Зарезервировано
9	Вода
10	Железная дорога
11	Дорожное покрытие

Значение классификации	Тип классификации
12	Наложение / Зарезервировано
13	Проволочная сетка
14	Провод
15	Опора ЛЭП
16	Изолятор
17	Мостовой настил
18	Высокий шум
19-63	Зарезервировано для Определения ASPRS (LAS от 1.1 до 1.3 поддерживают коды классов до 31)



При появлении новых кодов классов в LAS 1.4, которые ранее были зарезервированы, коды классов 8 и 12 были изменены с *Ключевые для модели* и *Наложение* на *Зарезервировано*.

Точки лазерного отражения от земной поверхности, координаты и атрибуты которых содержатся в файлах формата LAS в настоящей документации называются *лидарными точками*.

Для использования лидарных данных в системе необходимо их преобразование в матрицу высот.

Так же, при построении матрицы высот методом SGM, в системе PHOTOMOD предусмотрено создание файла облака точек формата LAS, аналогичного лидарным данным (см. раздел «Построение плотной матрицы высот методом SGM» руководства пользователя «[Создание цифровой модели рельефа](#)»).

Для работы с лидарными данными и облаками точек используется меню **ЦМР > LAS**.

Таблица 2. Краткое описание меню «LAS»

Пункты меню	Назначение
<b>Загрузка LAS...</b>	позволяет открыть окно <b>Загрузка лидарных данных</b> для загрузки и отображения лидарных данных, нарезки лидарных данных на листы и преобразования лидарных данных в матрицу высот
<b>Фильтрация LAS...</b>	позволяет выполнить <b>фильтрацию LAS</b>

### 3. Окно «Загрузка лидарных данных»

Для преобразования лидарных данных в матрицу высот служит окно **Загрузка лидарных данных**.

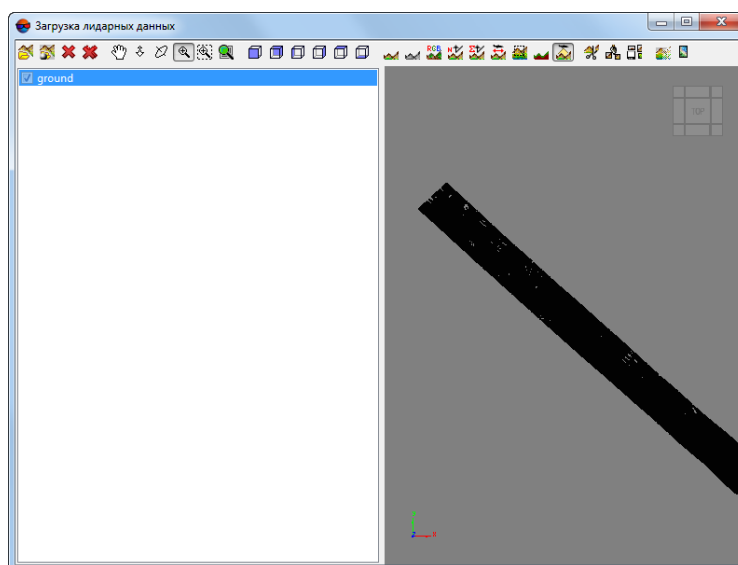






Рис. 1. Окно «Загрузка лидарных данных»

Окно **Загрузка лидарных данных** содержит следующие элементы интерфейса:

- панель инструментов для загрузки, просмотра и подготовки лидарных данных для преобразования в матрицу высот;
- рабочую область со списком загруженных файлов;
- рабочую область для отображения лидарных точек; в левом нижнем углу направление осей системы координат загруженных лидарных данных.

Таблица 3. Панель инструментов окна «Загрузка лидарных данных»

Кнопки	Назначение
	позволяет открыть файл с лидарными данными в формате LAS
	позволяет открыть файл с лидарными данными в формате LAS
	позволяет закрыть выделенный файл с лидарными данными в формате LAS
	позволяет закрыть все загруженные файлы с лидарными данными в формате LAS
	позволяет перемещать рабочую область с массивом лидарных данных в произвольном направлении
	позволяет перемещать рабочую область с массивом лидарных данных перпендикулярно плоскости экрана
	позволяет включить режим вращения массива лидарных данных в произвольном режиме

Кнопки	Назначение
	позволяет увеличить/уменьшить масштаб рабочей области
	позволяет задать масштаб рабочей области в рамках выделенного прямоугольника
	позволяет отобразить данные в масштабе 1:1
	позволяют осуществлять вращение массива лидарных данных
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии со значениями их Z-координат
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в черно-белом диапазоне (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в цветовой модели RGB (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с порядковым номером отраженного импульса для каждой точки (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с количеством отраженных импульсов в каждой точке (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с направлением полета авиационного носителя при зондировании земной поверхности (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с границами (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с классификацией объектов (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет включить режим раскраски лидарных точек в соответствии с углом сканирования (при наличии этих данных в файле формата LAS)
	позволяет создать листы из загруженных лидарных данных
	позволяет включить режим отображения рамок листов нарезки (если созданы листы из загруженных лидарных данных)
	позволяет сохранить созданные листы нарезки в отдельных файлах формата LAS (если созданы листы из загруженных лидарных данных)

Кнопки	Назначение
	позволяет преобразовать все открытые файлы с лидарными данными в <i>один файл</i> матрицы высот
	позволяет сохранить массив лидарных данных в виде цветного изображения

## 4. Загрузка и отображение лидарных данных



В системе предусмотрена возможность импорта лидарных данных как векторного слоя, (в виде пикетов). Подробнее см. в разделе «Импорт из LAS» руководства пользователя «Векторизация».

Для загрузки и отображения лидарных данных в системе выполните следующие действия:

1. Выберите **ЦМР > LAS > Загрузка LAS....** Открывается окно **Загрузка лидарных данных**.

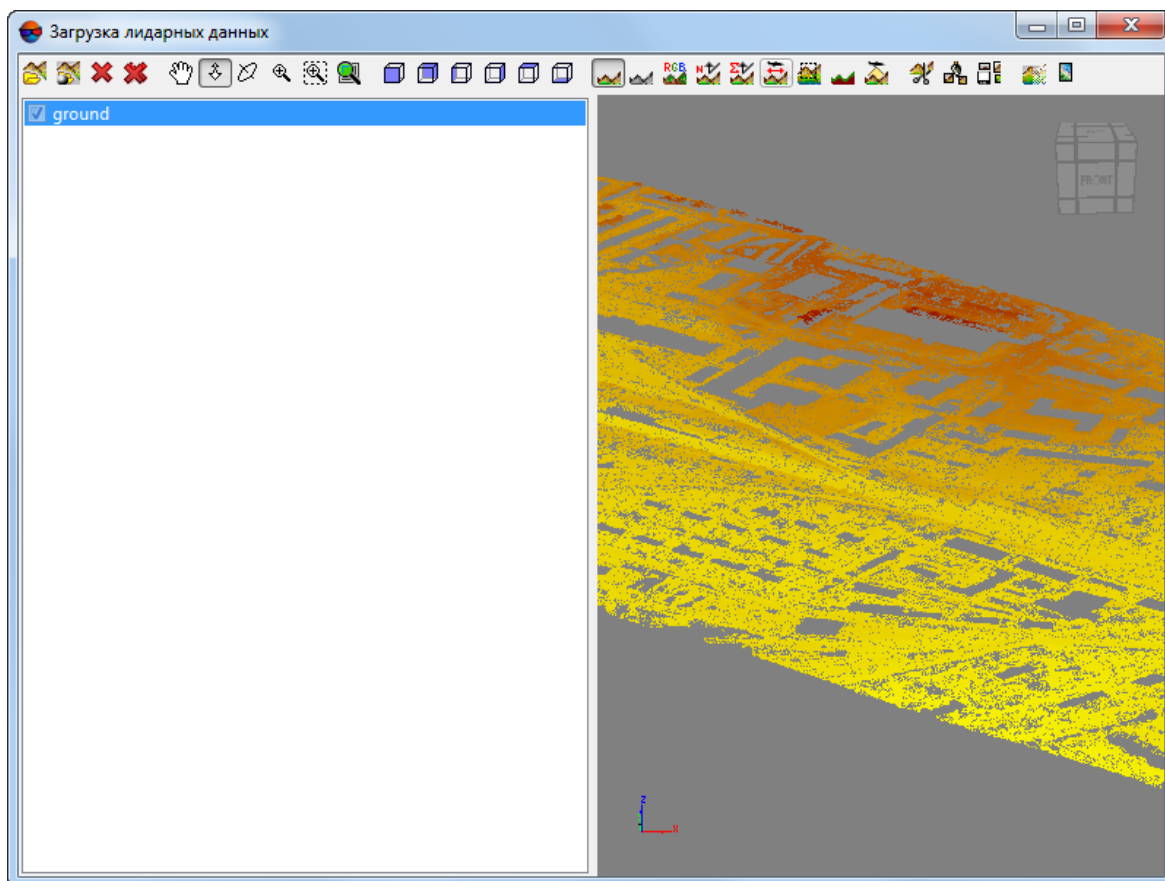























Рис. 2. Окно «Загрузка лидарных данных»

2. Нажмите на кнопку  или  чтобы открыть файл лидарных данных. Выберите один или несколько файлов формата LAS и нажмите ОК.



Для управления отображением загруженных лидарных точек предусмотрены следующие возможности:

- для изменения масштаба отображения массива лидарных точек вращайте колесо мыши или используйте кнопки , ,  и ;
- для вращения и поворота массива лидарных точек нажмите на кнопку  и перемещайте мышь в рабочей области при нажатой левой кнопки мыши или используйте кнопки , , ,  и ;

Для просмотра данных предусмотрены следующие режимы раскраски лидарных точек:

-  — режим раскраски по высоте;
-  — режим раскраски в черно-белом диапазоне;
-  — режим раскраски в цветовой модели RGB;
-  — режим раскраски в соответствии с порядковым номером отраженного импульса для каждой точки;
-  — режим раскраски в соответствии с количеством отраженных импульсов в каждой точке;
-  — режим раскраски в соответствии с направлением полета авиационного носителя при зондировании земной поверхности;
-  — режим раскраски в соответствии с границами;
-  — режим раскраски в соответствии с классификацией объектов;
-  — режим раскраски в соответствии с углом сканирования.

Для сохранения лидарных данных предусмотрены следующие возможности:

- для сохранения массива лидарных данных в виде цветного изображения служит кнопка ;
- для сохранения созданных листов нарезки в отдельных файлах формата LAS служит кнопка .






Предварительно необходимо выполнить [нарезку на листы](#).



## 5. Нарезка на листы

В системе предусмотрена возможность нарезки загруженных лидарных данных на листы для сохранения данных по частям в исходном формате или преобразования данных в матрицу высот.

Для нарезки лидарных данных на листы выполните следующие действия:

1. Нажмите на кнопку  или  чтобы открыть файл лидарных данных. Выберите один или несколько файлов формата LAS и нажмите ОК.
2. Выберите один или несколько файлов формата LAS и нажмите на кнопку  для настройки параметров нарезки на листы. Открывается окно **Параметры нарезки**.

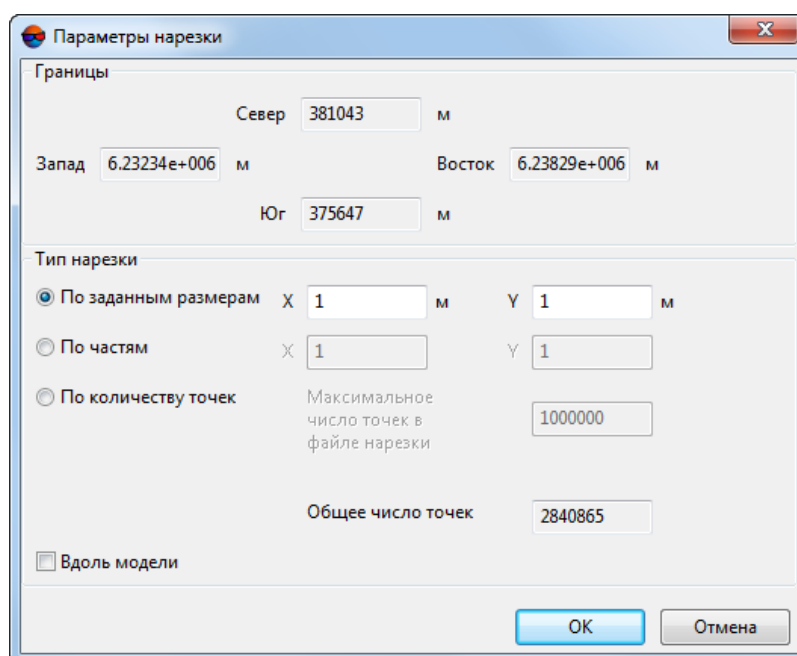


Рис. 3. Окно «Параметры нарезки»




В окне отображаются значения границ области лидарных данных, в разделе **Границы**.

3. В разделе **Тип нарезки** выберите один из следующих вариантов нарезки на листы и задайте параметры нарезки:
  - **По заданным размерам** — позволяет задать размер листа, на который делится вся область данных (в метрах);
  - **По частям** — позволяет задать количество листов по осям X и Y;

- **По количеству точек** — позволяет задать максимальное число точек для каждого листа нарезки.
4. [опционально] Чтобы нарезка на листы происходила вдоль вытянутого края модели, установите флажок **Вдоль модели**.
  5. Нажмите ОК. В окне **Загрузка лидарных данных** отображаются рамки листов нарезки для выбранного файла.



Для включения/отключения режима отображения рамок листов нарезки служит кнопка .

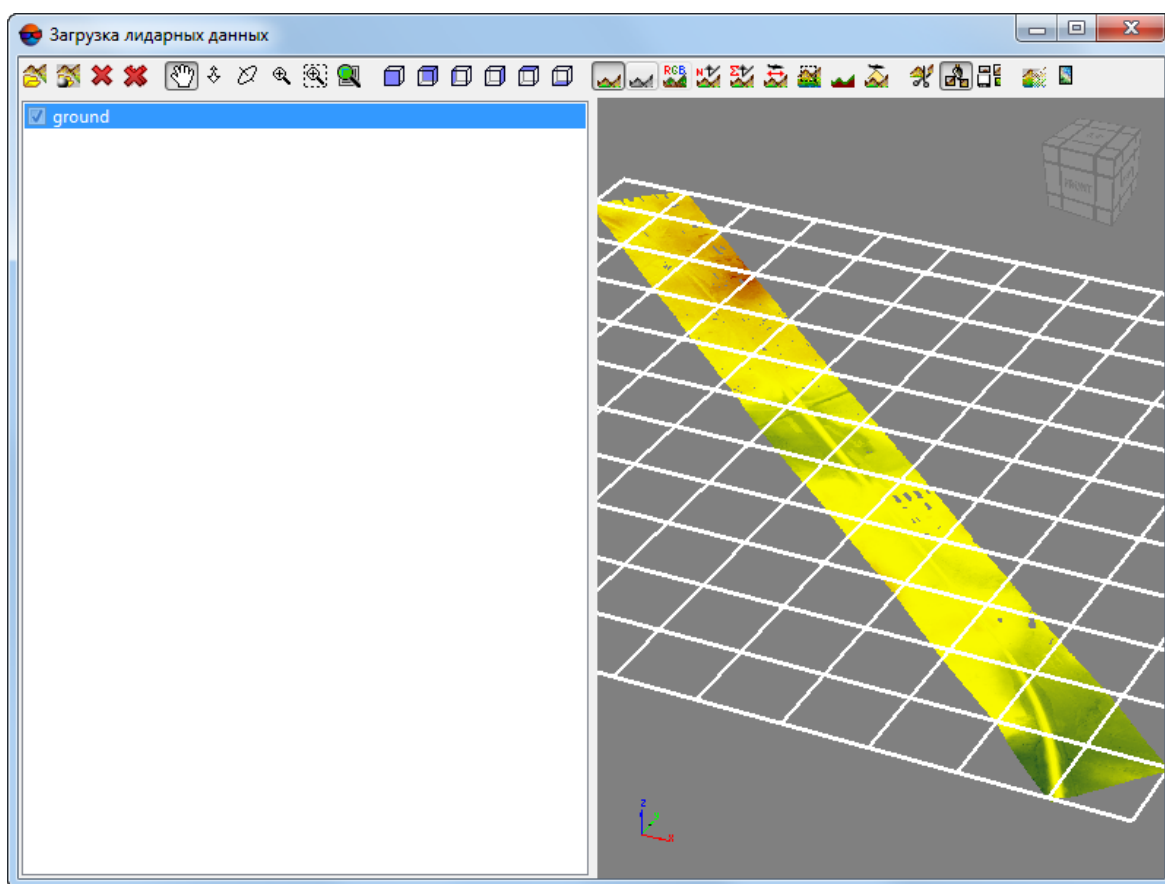




Рис. 4. Отображение рамок листов нарезки

6. Для сохранения листов нарезки в отдельных файлах формата LAS нажмите на кнопку . Открывается окно **Сохранить как**.
7. Задайте начальную часть имени и путь в ресурсах активного профиля и нажмите ОК. Для каждого листа создается файл, имя которого состоит из заданной начальной части, имени файла нарезанных лидарных данных и порядкового номера в соответствии с количеством листов нарезки.

## 6. Преобразование лидарных данных в матрицу высот

Для использования лидарных данных в системе необходимо выполнить их преобразование в матрицу высот.

Для преобразования лидарных данных в матрицу высот выполните следующие действия:

1. Загрузите лидарные данные.
2. Нажмите на кнопку . Открывается окно **Сохранить**. Задайте имя и путь для сохранения матрицы высот в ресурсах активного профиля. Нажмите **Сохранить**.
3. Открывается окно **Параметры матрицы высот**. В окне отображаются границы, размер и вычисленное число ячеек для выходной матрицы высот.

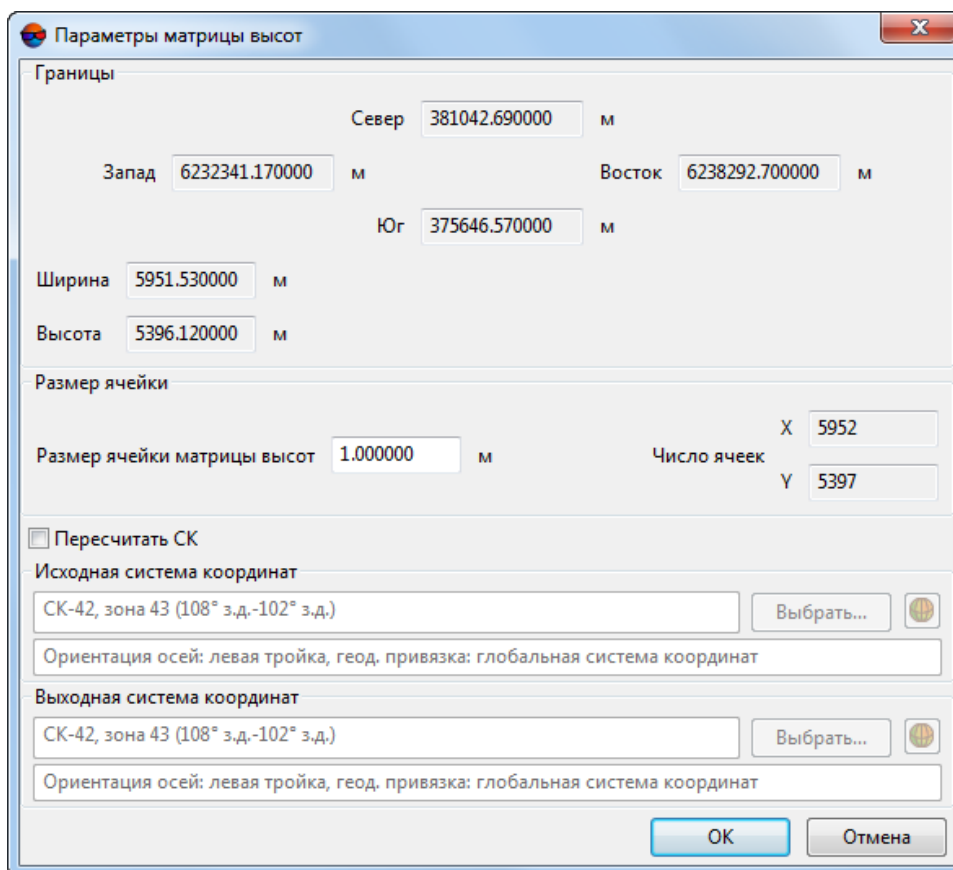


Рис. 5. Окно «Параметры матрицы высот»

4. Задайте **размер ячейки матрицы высот** в метрах. При изменении параметра **Размер ячейки матрицы высот** выполняется автоматический пересчет числа ячеек.

5. [опционально] Если система координат проекта отличается от системы координат лидарных данных, установите флажок **Пересчитать СК**. Задайте входную систему координат лидарных данных и выходную систему координат матрицы высот.
6. Нажмите ОК. Запускается процесс преобразования лидарных данных в матрицу высот. После завершения процесса созданная матрица высот сохраняется в указанном файле.

## 7. Фильтрация LAS

Система позволяет выполнить фильтрацию лидарных данных и облаков точек, полученных при создании матриц высот методом SGM, по высоте и количеству отраженных импульсов в каждой точке, для исключения случайных выбросов.

При фильтрации случайных выбросов в облаке точек в системе предусмотрена возможность использования эталонной поверхности матрицы высот, созданной вместе с облаком точек LAS, или охватывающей ту же территорию (см. раздел «Построение плотной матрицы высот методом SGM» руководства пользователя «Создание цифровой модели рельефа»).

Для фильтрации лидарных данных/облака точек выполните следующие действия:

1. Выберите **ЦМР > LAS > Фильтрация LAS...**. Открывается окно **Фильтрация LAS**.

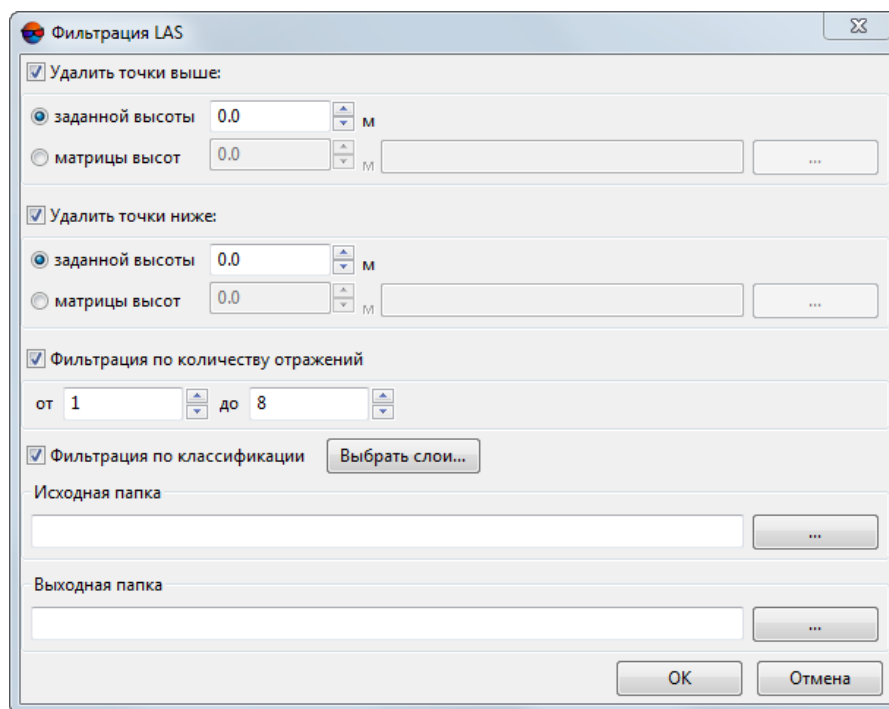


Рис. 6. Окно «Фильтрация LAS»

2. В разделе **Исходная папка** задайте папку с лидарными данными/облаком точек в ресурсах активного профиля;




Процесс фильтрации будет запущен для всех файлов LAS находящихся в указанной папке (например для облака точек LAS, разбитого на тайлы).

3. В разделе **Выходная папка** задайте папку для выходных данных в ресурсах активного профиля;



**Исходная папка** и **Выходная папка** не должны совпадать, иначе — выдается соответствующее информационное сообщение.

4. [опционально] установите флажок **Удалить точки выше** и настройте параметры фильтрации LAS по высоте:


- **Заданной высоты** — введите значение высоты в метрах (будут удалены все отсчеты, находящиеся выше заданной высоты);
- **Матрицы высот** — нажмите на кнопку  для того чтобы выбрать в ресурсах активного профиля матрицу высот в качестве эталонной поверхности. Введите значение допустимого превышения над поверхностью матрицы высот, в метрах (будут удалены все точки, находящиеся над поверхностью матрицы высот, за исключением не вышедших за пределы указанного допустимого превышения).



Слишком низкое или нулевое значение допустимого превышения может привести к удалению «хороших» точек и, как следствие, к «разреженности» облака точек.

Рекомендуемое значение — не менее СКО по Z в стереопарах (см. раздел «Краткий отчет об ошибках» руководства пользователя «[Уравнивание сети](#)»).

5. [опционально] установите флажок **Удалить точки ниже** и настройте параметры фильтрации LAS по высоте:

- **Заданной высоты** — введите значение высоты в метрах (будут удалены все отсчеты, находящиеся ниже заданной высоты);
- **Матрицы высот** — нажмите на кнопку  для того чтобы выбрать в ресурсах активного профиля матрицу высот в качестве эталонной поверхности. Введите значение допустимого отклонения от поверхности матрицы высот, в метрах (будут удалены все отсчеты ниже поверхности матрицы высот, за исключением не вышедших за пределы указанного допустимого отклонения).



Для корректной работы фильтра, в случае фильтрации отсчетов ниже поверхности матрицы высот, используемая в качестве эталонной поверхности матрица высот должна представлять собой цифровую модель рельефа, т. е. не включать в себя данные о строениях и растительности.

Для создания подобной эталонной матрицы высот рекомендуется использовать *Фильтр строений и растительности* или *Фильтр по углу наклона* (см. раздел «Фильтрация матрицы высот» руководства пользователя «[Создание цифровой модели рельефа](#)»).

Рекомендуемое значение — не менее СКО по Z в стереопарах (см. раздел «Краткий отчет об ошибках» руководства пользователя «[Уравнивание сети](#)»).

6. [опционально] установите флажок **Фильтрация по количеству отражений** для того чтобы настроить параметры фильтрации LAS в соответствии с количеством отраженных импульсов в каждой точке (при наличии этих данных в файле формата LAS);



В случае фильтрации *облака точек, созданного при построении матрицы высот методом SGM*, данный параметр имеет несколько иной смысл.

В данном случае, в файле LAS, под количеством отраженных импульсов в данной точке подразумевается количество стереопар, на основании которых была рассчитана та или иная точка: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 или 8.

Ограничение «количества отраженных импульсов» от 1 до 8 проистекает из ограничений самого формата LAS, соответственно, в последнем случае, количество стереопар может подразумеваться и как «8», и как «8 и более».

Рекомендуется производить фильтрацию точек, рассчитанных на основе 2 и менее стереопар. Слишком строгие настройки фильтрации по количеству использованных стереопар могут привести к удалению «хороших» отсчетов и, как следствие, к «разреженности» облака точек (в следствии чего оно может не отображать часть объектов).

7. [опционально] установите флажок **Фильтрация по классификации** для того чтобы настроить параметры фильтрации LAS в соответствии с классификацией точек (см. таблицу в [разделе 2](#));

Нажмите на кнопку **Выбрать слои**. Открывается окно **Параметры фильтра классификации LAS**:

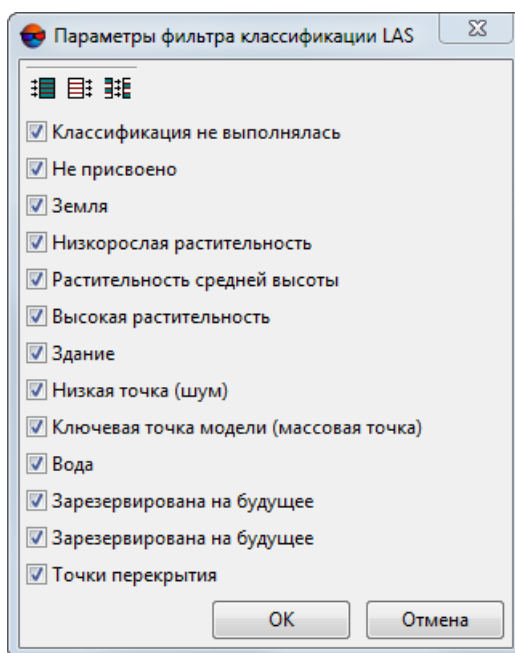





Рис. 7. Окно «Параметры фильтра классификации LAS»

Для того чтобы убрать из результирующего файла LAS точки, классифицированные определенным образом, снимите соответствующие флажки. Для группового выбора типов точек в окне **Параметры фильтра классификации LAS** предусмотрены следующие кнопки:

-  — позволяет выбрать типы лидарных точек;
-  — позволяет отменить выбор всех типов лидарных точек;
-  — позволяет инвертировать выбор типов точек;

8. Нажмите ОК. В результате в выходной папке будут созданы обработанные файлы LAS, с названиями, идентичными названиям файлов в исходной папке.