

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»



К. И. Маркович, И. П. Шевелев, В. В. Ялтыхов

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия»

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой

2023

Об издании – [1](#), [2](#)

1 – дополнительный титульный экран – сведения об издании

УДК 528(075.8)

Рекомендовано к изданию
советом факультета информационных технологий
в качестве методических указаний
(протокол № 11 от 20.10.2023)

Кафедра геодезии и геоинформационных систем

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, доц., доц. кафедры геодезии и геоинформационных систем Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой *А. М. ДЕГТЯРЕВ*;

старший преподаватель кафедры геодезии и геоинформационных систем Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой *П. Ф. ПАРАДНЯ*

© Маркович К. И., Шевелев И. П., Ялтыхов В. В.

© Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой, 2023

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» К. И. Марковича, И. П. Шевелева, В. В. Ялтыхова использованы текстовый процессор Microsoft Office Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Редактор С. Е. Рясова

Подписано к использованию 12.12.2023.

Объем издания: 4,7 Мб. Заказ 554.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

211440, Ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Работа с растровыми изображениями в Autocad	6
2. Векторизация горизонталей в Autocad	10
3. Трансформирование и привязка растрового изображения в Spotlight	13
4. Полуавтоматическая векторизация в Spotlight	19
5. Импорт геодезических данных в Autocad	22
6. Создание и работа с блоками в Autocad	29
7. Создание новых типов линий в Autocad	37
8. Работа с файлами сценариев в Autocad	41
9. Классификация облака точек	48

ВВЕДЕНИЕ

Современные требования к качеству проектирования и оперативности принятия проектных решений требуют применения высокоэффективных технологий на всех стадиях создания проекта, включая все этапы инженерных изысканий.

Три ключевых момента определяют эти требования:

1. Организация сквозной технологии изысканий на основе единого набора данных для всех элементов технологической подготовки разделов проекта.
2. Необходимость вариантного проектирования с быстрой детальной проработкой, экономической и экологической оценкой вариантов проектных решений.
3. Оперативная оценка построенного объекта на основе исполнительной съемки и ввода его в эксплуатацию.

Все эти моменты реализуются на основе цифрового моделирования как в системах обработки изысканий, так и в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Таким образом, имеет место вполне сформировавшаяся реальная, вызванная нуждами производства, тенденция сближения САПР и инженерно-геодезических технологий. Информационным фундаментом такого сближения и взаимодействия является топографическая основа в виде цифровой модели местности (ЦММ).

В методических указаниях подробно рассмотрены наиболее сложные для выполнения студентами лабораторные работы.

Ознакомление и выполнение заданий лабораторных работ осуществляется в два этапа. На первом этапе, ознакомительно-обучающем, происходит усвоение нового материала и получение навыков работы в программном продукте. На втором этапе, проверочном, идет самостоятельное закрепление знаний и навыков на основе выполнения самостоятельного задания, полученного от преподавателя.

1. РАБОТА С РАСТРОВЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о работе с растровыми изображениями в Autocad.
2. Ознакомиться с утилитой Toolras.
3. Научиться вставлять трансформированное растровое изображение и выполнять контроль точности операции.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad;
- фрагмент топографического плана М 1:2000.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Форматы растровых файлов. Для работы растровыми файлами в среде Autocad из соображений экономии системных ресурсов при сканировании лучше сохранять изображение в битовом (черно-белом) формате. Растровое изображение для вставки в Autocad должно иметь один из следующих форматов: BMP, RLE, DIB, TIF, TGA, PCX, JPG.

Вставка изображения. Вставка производится командой *_imageattach*, доступной в главном меню по адресу *Insert>Raster Image...* (*Вставка/Растровое изображение*). После обращения к команде автоматически вызывается диалоговое окно *Select Image File (Выбор файла изображения)*, в котором выбирается файл для вставки. Выбрав файл, пользователь попадает в диалоговое окно *Image (Растровое изображение)*, где можно определить точку вставки левого нижнего угла прямоугольника изображения, масштаб изображения и его поворот относительно нормального положения.

В результате после закрытия диалогового окна (по умолчанию) изображение будет вставлено, причем его левый нижний угол будет совмещен с началом текущей системы координат. В том случае если изображение вставляется в чертеж, уже содержащий объекты, может оказаться целесообразным принудительно задать положение растрового изображения.

В общем случае управление масштабом и ориентацией вставляемого изображения является сложной задачей, которая не может быть корректно решена посредством ввода дискретных значений в числовые поля диалогового окна. Масштабный коэффициент вставляемого изображения не связан закономерно с масштабом чертежа. Величина одного и того же изображения может зависеть, например, от того,

в каком формате оно было сохранено. Поворот не является контролируемым, поскольку невозможно заправить сканируемый чертеж в приемник сканера без хотя бы незначительного углового смещения. Соответственно, сканированные файлы всегда немного повернуты на некоторый произвольный и заранее неизвестный угол, поправку на который корректно ввести в процессе вставки практически невозможно.

Комбинированное выравнивание растрового изображения. Выравнивание и масштабирование можно выполнить одной командой Autocad: *_align*. В общем случае эта команда предназначена для трехмерного выравнивания одного объекта по другому посредством последовательного указания пар совмещаемых точек. Для выполнения этой команды рекомендуется создать в области чертежа опорные объекты привязки, с которыми будут совмещаться контрольные точки трансформируемого изображения.

Команда *_align* доступна в главном меню по адресу *Modify3D/Operation/Align* (*Редакт 3Б/Операции/Выровнять*). Применяя данную команду к выравниваемой подоснове, следует курсором указать ее перемещаемую точку, потом указать точку, в которую она будет перемещена при выравнивании, а затем повторить процедуру еще раз для другой пары совмещаемых точек, отказаться от совмещения третьей пары точек и согласиться с предлагаемым масштабированием изменяемого объекта.

При сканировании широкоформатных документов (топографических планов) практически невозможно избежать появления искажений на изображении. Устранить произвольные (нелинейные) искажения растровых изображений любого типа позволяют инструменты калибровки (трансформирования), реализованные в специальных программах (например, в «программах-векторизаторах»).

В результате калибровки получается трансформированное растровое изображение с файлом привязки, который может иметь различные форматы. Наиболее распространенным является «мировой» (world) файл, который содержит информацию о привязке изображения к реальным «мировым» координатам. Далее вставку растрового изображения в Autocad с учетом файла привязки возможно выполнить с помощью специальных утилит (например, Toolras).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Вставка растрового изображения стандартными средствами Autocad

1. Вставляем в пространство модели Autocad растровое изображение, выбирая в главном меню «Вставка» → «Растровое изображение». В диалоговом окне «Выберите файл ссылки» выбираем необходимое для вставки растровое изображение.

2. Выбрав файл, открываем диалоговое окно «*Растровое изображение*» (рисунок 1.1), где можно определить точку вставки левого нижнего угла прямоугольника изображения, масштаб изображения и его поворот относительно нормального положения.

Нажимаем *OK*, получаем растровое изображение в пространстве модели Autocad.

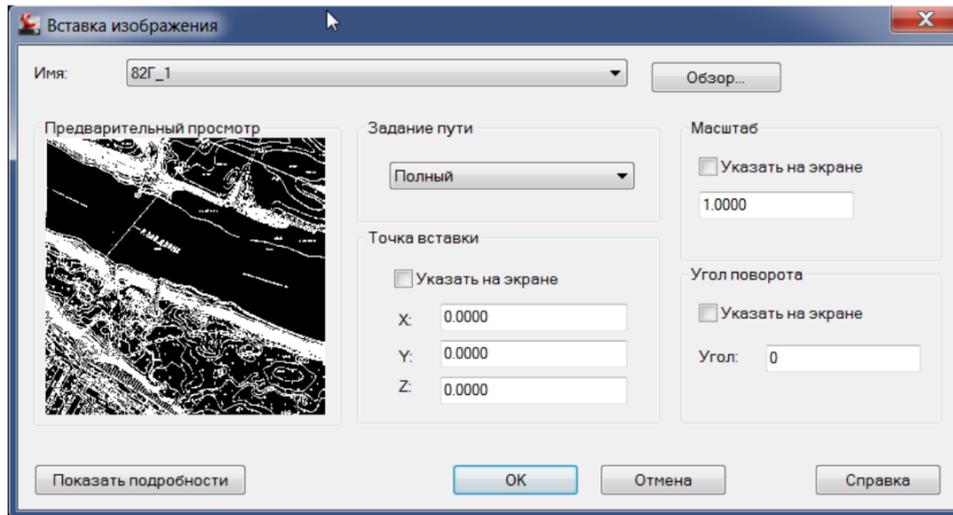


Рисунок 1.1. – Вставка изображения

3. Чтобы выполнить выравнивание и масштабирование, с помощью команды *_align* создадим в области чертежа опорные объекты привязки, с которыми будут совмещаться контрольные точки трансформируемого изображения.

Для этого выбираем на панели «*Черчение*» → «*Точкой*», в командной строке указываем фактические координаты первого перекрестия координатной сетки.

Затем таким же образом указываем координаты второго перекрестия координатной сетки.

Примечание. В Autocad в командной строке сначала указывают значение ординат *Y*, а затем абсцисс *X*.

4. В командной строке набираем команду *_align* либо в главном меню по адресу «*Редактировать*» → «*3D операции*» → «*Выровнять*». Далее следим за подсказками в командной строке:

- а) выбираем растровое изображение и нажимаем *ENTER*;
- б) на запрос в командной строке «*первая исходная точка*» курсором указываем первое перекрестие на растровом изображении;
- в) на запрос «*первая целевая точка*» указываем курсором первую созданную нами по координатам точку;
- г) «*вторая исходная точка*» – выбираем вторую точку на растре;

- д) «*вторая целевая точка*» – выбираем вторую созданную нами точку;
- е) на запрос «*третья исходная точка или продолжить*» нажимаем *ENTER*;
- ж) на запрос «*масштабировать объекты по точкам выравнивания?* [Да/Нет]» пишем в строке «*Да*», нажимаем *ENTER*.

Выполнив все операции, получим выровненное (развернутое) и масштабированное растровое изображение.

II. Вставка растрового изображения с помощью утилиты Toolras

Утилита Toolras используется, когда совместно с растровым изображением есть файл, содержащий информацию о привязке изображения к реальным «мировым» координатам. Расширение файла привязки может быть **.tfw, *.bpw, *.jgw* соответственно для файлов с расширением **.tif, *.bmp, *.jpg*.

В меню утилиты *Toolras* выбираем «*Image*» → «*Insert world rasters*». В диалоговом окне выбираем файл растрового изображения.

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить вставку растрового изображения стандартными средствами Autocad.
2. Выполнить вставку растрового изображения с помощью утилиты *Toolras*.
3. Выполнить контроль вставки растрового изображения.

2. ВЕКТОРИЗАЦИЯ ГОРИЗОНТАЛЕЙ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о векторизации растровых изображений в Autocad.
2. Научиться выполнять векторизацию горизонталей по растровому изображению в Autocad для создания ЦМР.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad;
- фрагмент топографического плана М 1:2000.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Отображенный на топографическом плане рельеф местности определяет совокупность горизонталей, структурных линий (береговых линий, бровок обрывов, откосов, карьеров и пр.) и точек локального экстремума (отдельных возвышенностей и понижений), отметки которых имеются на растровой основе. Очевидно, что все названные элементы необходимы и для построения цифровой модели рельефа.

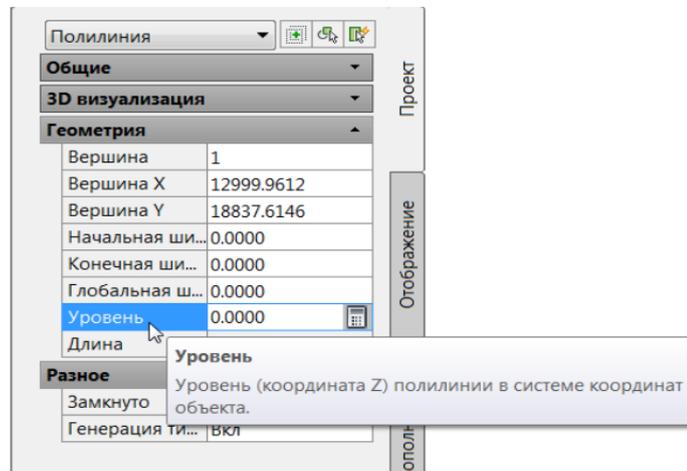
Техника векторизации перечисленных элементов рельефа такая же, как и для элементов ситуации. Соответствующий объект (точку, горизонталь, береговую линию и др.) опознают на основе, после чего определяют его геометрическое положение или осевые линии, создавая имеющимися в программе инструментальными средствами элементы описания (точек, полилиний, 3d-полилиний и др.). При этом вводят отметку точки (точек) или горизонтали.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. С помощью утилиты Toolras производим вставку в пространство модели Autocad растрового изображения с учетом файла привязки.
2. Создаем слой, на котором будут находиться оцифрованные горизонталы. Горизонталы векторизуются (отчерчиваются) простыми (*LWPolyline*) не сглаженными полилиниями. Для этого выбираем в главном меню «Рисование» → «Полилиния» либо нажимаем соответствующую кнопку на панели инструментов, указываем начальную точку на «растровой горизонтали» и последовательно небольшими отрезками векторизуем ее.
3. Продолжение полилиний выполняется с обязательной привязкой по концу предыдущей полилинии, они по окончании обводки «сшиваются» между собой

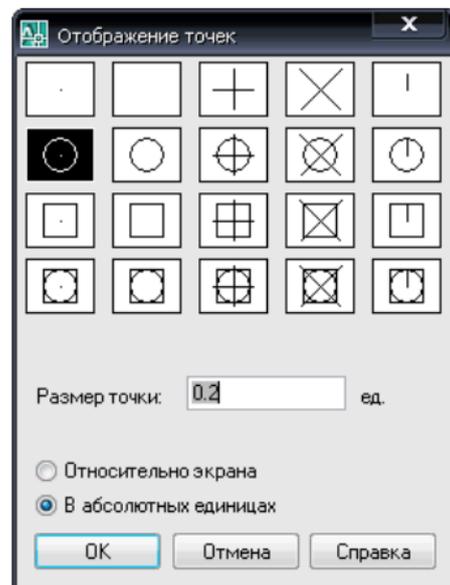
по всему чертежу стандартными функциями или средствами *Express*. Затем горизонталям обязательно назначаются высотные отметки (уровень полилинии). Для этого выделяем полилинию, выбираем «Изменить» → «Свойства» либо используем кнопку «Свойства» на главной панели. В открывшемся меню «Свойства» задаем уровень горизонтали (отметку в системе координат объекта), как показано на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1. – Уровень полилинии



4. Характерные точки местности, отметки которых имеются на растровой основе, векторизуются объектом Autocad «*point*» с указанием координаты Z. Бровки обрывов, откосов, карьеров и др. векторизуются 3d-полиниями. Для отображения характерных точек рельефа выбираем в главном меню «Черчение» → «Точкой» и ставим точку на растре, в том месте, где есть отметка. Для удобства дальнейшей работы изменим формат представления точек, используя вкладку «Формат» → «Отображение точек», как показано на рисунке 2.2.

Рисунок 2.2. – Формат отображения точек



5. Выделяем точку на чертеже, выбираем в главном меню «Изменить» → «Свойства» либо используем кнопку «Свойства» на главной панели. В открывшемся меню «Свойства» задаем координату Z точки, как показано на рисунке 2.3.

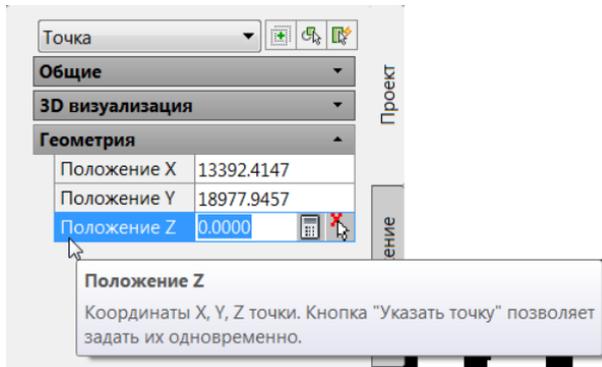


Рисунок 2.3. – Z координата точки

6. Для векторизации бровки обрывов, откосов, карьеров и др. используется 3d-полиния. Открываем «Черчение» → «3D полилиния» и векторизуем отдельно верхнюю и нижнюю линии откоса. Выделяем на чертеже 3d-полинию, в меню «Свойства» указываем отметку Z каждой вершины 3d-полинии.

ЗАДАНИЕ

1. Выполнять векторизацию горизонталей по растровому изображению в Autocad для создания ЦМР.
2. Назначить горизонталям и характерным точкам рельефа высотные отметки.

3. ТРАНСФОРМИРОВАНИЕ И ПРИВЯЗКА РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В SPOTLIGHT

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о трансформировании растровых изображений в Spotlight.
2. Научиться выполнять трансформирование растрового изображения в Spotlight.

Исходные данные для работы:

- программа Spotlight;
- техническая документация и примеры к Spotlight;
- фрагмент топографического плана М 1:2000.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Spotlight – универсальный гибридный графический редактор и векторизатор. Программа предназначена для обработки сканированных (растровых) изображений – чертежей, карт, схем и других графических материалов.

При помощи Spotlight можно:

- сканировать документы и устранять искажения растровых изображений;
- создавать и редактировать растровую и векторную графику;
- проводить полуавтоматическую и автоматическую векторизацию растровых изображений или их фрагментов;
- проводить растеризацию векторных объектов на растровые изображения.

Spotlight – мощный редактор гибридных рисунков. Гибридный рисунок состоит из монохромного, полутонового и цветного растрового изображений, перекрытых векторными элементами.

Основные сферы применения Spotlight – САПР и геоинформатика.

Файлы Spotlight могут содержать векторные объекты и растровые изображения, расположенные на неограниченном рабочем пространстве. В файл можно загружать любое количество цветных, полутоновых и монохромных растровых изображений, а также создавать новые изображения. Кроме того, предусмотрена возможность создания векторных объектов и загрузки файлов, содержащих векторы.

Файлы Spotlight имеют расширение *.cws. В этом формате можно хранить как растровые, так и векторные данные. При работе в Spotlight используется координатная система, которая может быть задана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к вашему чертежу.

Вставленные в файл Spotlight растровые изображения могут быть сохранены двумя различными способами:

1. В качестве связанного файла изображения. В этом случае растровые изображения хранятся как отдельные файлы.

2. Как внедренное изображение внутри файла Spotlight.

В Spotlight можно импортировать и экспортировать различные форматы файлов, также предусмотрена возможность включать и выключать видимость слоев и прозрачность растровых изображений. Кроме того, возможно использование параметров и образов, сохраненных в файлах шаблонов, что позволяет создавать новые файлы с уже вставленными растровыми или векторными объектами.

Файл Spotlight состоит из слоев со свободно размещаемыми и группируемыми на них векторными объектами, режимы показа которых можно эффективно контролировать. Ко всем размещенным на слоях объектам применимы многие операции Spotlight. Каждый объект Spotlight имеет свойство принадлежности к определенному слою. Все создаваемые в среде Spotlight объекты приобретают свойства, установленные по умолчанию, или/и наследуют свойства слоя, на котором они размещаются.

По умолчанию все объекты создаются в пространстве модели. Для представления моделей на бумаге (при печати) предусмотрено создание пространства листа. В пространстве листа можно создавать различные примитивы, которые будут принадлежать только пространству листа и выводиться на печать, но не будут отображаться в пространстве модели.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запускаем программу Spotlight с рабочего стола либо через меню *Пуск*.
2. Создаем в программе новый документ.
3. С помощью команды «*Средства*» → «*Параметры*» в окне «*Параметры*» ставим галочку в «*GIS*» → «*Использовать файл координат*» → *OK* (рисунок 3.1).

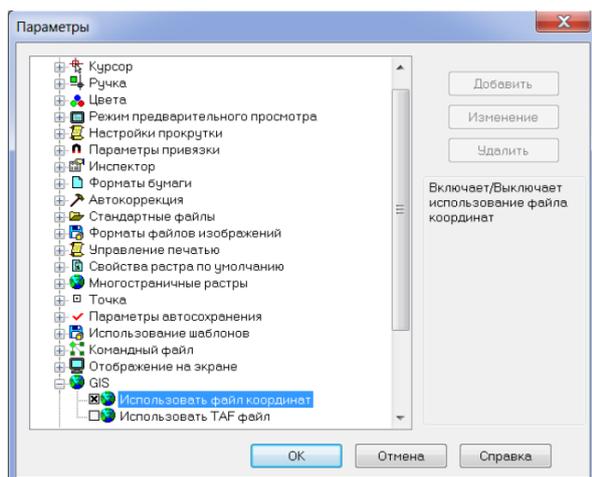
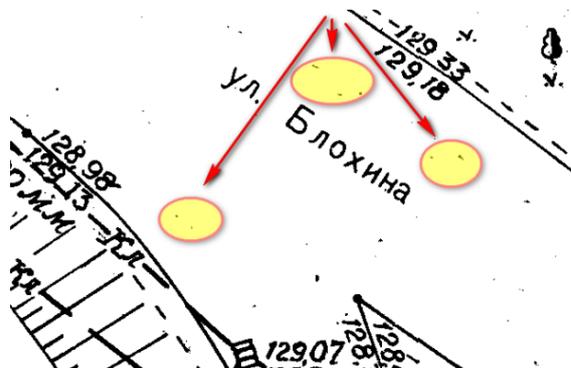


Рисунок 3.1. – Параметры сохранения файлов

4. Используя команду «Вставка» → «Существующий растр» либо кнопку на панели инструментов, вставляем изображения *Карта_фрагмент_1.tif* и *Карта_фрагмент_2.tif* в произвольном месте модельного пространства.

5. Выделяем растровое изображение *Карта_фрагмент_1.tif*, затем, используя команду «Растр» → «Автокоррекция» либо кнопку на панели инструментов, устраняем «мелкий мусор» на изображении, как показано на рисунке 3.2. Повторяем данную операцию для растрового изображения *Карта_фрагмент_2.tif*.

Рисунок 3.2. – Устранение дефектов растра



6. Выделяем изображение *Карта_фрагмент_1.tif*, выбираем «Изменение» → «Выровнять» в качестве первой точки назначения, выбираем левый нижний крест координатной сетки и в командной строке указываем координаты данной точки (в этой программе сначала указывают координаты ординаты, а затем координаты абсциссы), затем выбираем любой другой крест координатной сетки и задаем его координаты.

Далее выровниваем по координатам изображение *Карта_фрагмент_2.tif*. В результате получаем два растра с перекрытием (рисунок 3.3), приблизительно сориентированных по координатам.

Рисунок 3.3. – Два растра с перекрытием



7. Выбираем команду «Растр» → «Калибровать» и переходим в выпадающее меню «Калибровать» (рисунок 3.4). В меню «Калибровать» выбираем команду «Создать сетку».

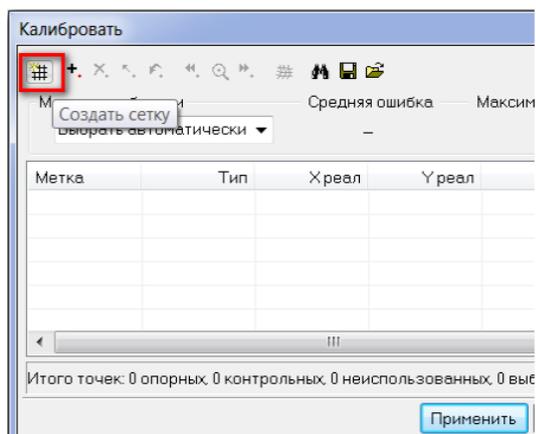


Рисунок 3.4. – Создание калибровочной сетки

В выпадающем меню «Калибровочная сетка» (рисунок 3.5), указываем начало координат, размер координатной сетки и количество ячеек сетки. Началом координат служат теоретические координаты левого нижнего креста сетки.

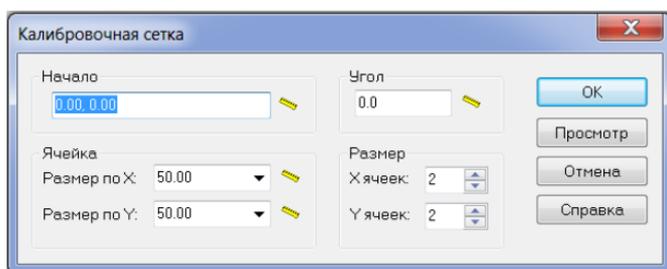


Рисунок 3.5. – Параметр калибровочной сетки

Нажав «Просмотр», можно увидеть теоретическую сетку квадратов, относительно которой будет калиброваться растр, как показано на рисунке 3.6.

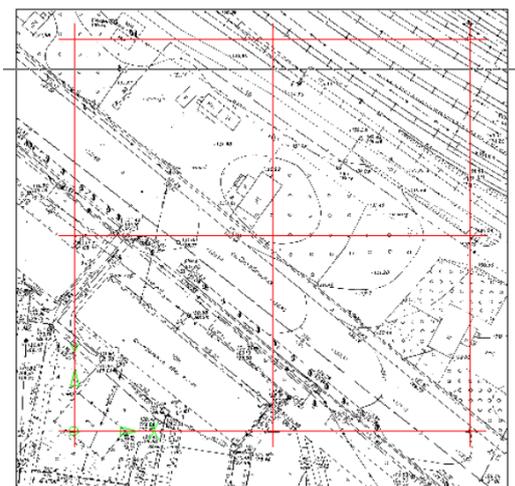


Рисунок 3.6. – Теоретическая сетка квадратов

Увеличив изображение скролингом мыши, наведем курсор на красный крестик координатной сетки и нажмем на левую кнопку мыши. Красный крестик выделится. Далее наводим курсор на точку пересечения координатной сетки на растре и еще раз нажмем левую кнопку мыши. Этим действием мы указали, где должна находиться точка координатной сетки карты после трансформирования, что и показано на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7. – Выравнивание сетки

Продельваем данную операцию для каждой точки пересечения координатной сетки растра. Для перехода можно использовать мышью либо кнопку меню «Калибровать» → «Следующая точка» (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8. – Переход на точки калибровки

После выполнения описанной выше процедуры необходимо выбрать метод калибровки в окне «Метод калибровки» и предварительно оценить погрешность командой «Оценить погрешность». Если остаточные отклонения не превышают допуска, то даем команду «Применить». В результате получаем трансформированное изображение требуемой геометрической точности.

При необходимости можно, выделив оба растра (используем клавишу *SHIFT*), командой «Вставка» → «Новый растр из выбранного» получить объединенное растровое изображение.

В результате проделанной работы мы получили трансформированное по координатам растровое изображение и файл привязки:

- Имя файла.tif;
- Имя файла.tfw.

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить коррекцию растровых изображений.
2. Выполнить трансформирование растровых изображений в Spotlight.
3. Сохранить трансформированное растровое изображение и создать файл привязки растра.

4. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ВЕКТОРИЗАЦИЯ В SPOTLIGHT

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о полуавтоматической векторизации растровых изображений.
2. Научиться выполнять полуавтоматическую векторизацию растрового изображения в Spotlight.

Исходные данные для работы:

- программа Spotlight;
- техническая документация и примеры к Spotlight;
- фрагмент топографического плана М 1:2000.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Трассировка основана на технологии локального распознавания растровых геометрических примитивов. С помощью этой технологии программа идентифицирует растровые линии как отрезок, дугу или окружность и генерирует соответствующие векторные объекты. При указании растровых образов на изображении программа создает векторные объекты, аппроксимирующие выбранные растровые образы.

В зависимости от заданного режима трассировки растровый объект либо удаляется, либо остается на изображении. Таким образом, растровая линия преобразовывается в векторный объект или только создается ее векторная копия. Кроме того, можно задать режим, при котором трассировка не создает векторных объектов, что позволяет удалять трассированные растровые линии, не создавая векторных, или автоматически заменять растровую линию растеризованным векторным объектом.

При трассировке вы имеете возможность преобразовывать и размещать на различных слоях только выбранные объекты, а также получать векторные объекты с весом линий, зависящим от толщины растровой линии.

Трассировка производится как на монохромных, так и на цветных или полутонных изображениях. На монохромных изображениях можно трассировать отрезки, дуги, окружности, штриховки, символы, произвольные кривые (растровые полилинии), границы замкнутых областей и контуры. На цветных и полутонных изображениях трассировке подлежат все типы объектов, кроме штриховок и символов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запускаем программу Spotlight с рабочего стола либо через меню *Пуск*.
2. Создаем в программе новый документ.

3. Используя команду «Вставка» → «Существующий растр», вставляем фрагмент топографического плана. Так как изображение имеет файл привязки, то оно располагается в модельном пространстве в заданной системе координат в соответствующем масштабе.

4. Создаем новый слой под именем «Рельеф». Для этого на панели «Свойства» нажимаем кнопку «Слои» либо используем сочетание клавиш *ALT+L*. В меню «Слои» после нажатия кнопки «Новый» появляется новый слой, изображенный на рисунке 4.1. Изменяем имя и цвет слоя, как показано на рисунке 4.1. Закрываем меню «Слои».

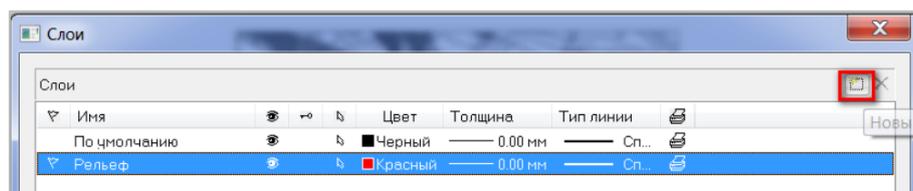


Рисунок 4.1. – Создание нового слоя

5. Произведем настройку полуавтоматической векторизации. На панели «Растр в векторы» нажимаем кнопку «Параметры конверсии» (рисунок 4.2).

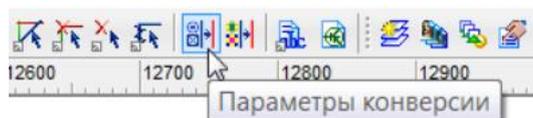


Рисунок 4.2. – Кнопка «Параметры конверсии»

В меню «Параметры конверсии» производим настройку полуавтоматической векторизации для векторизации горизонталей (рисунок 4.3).

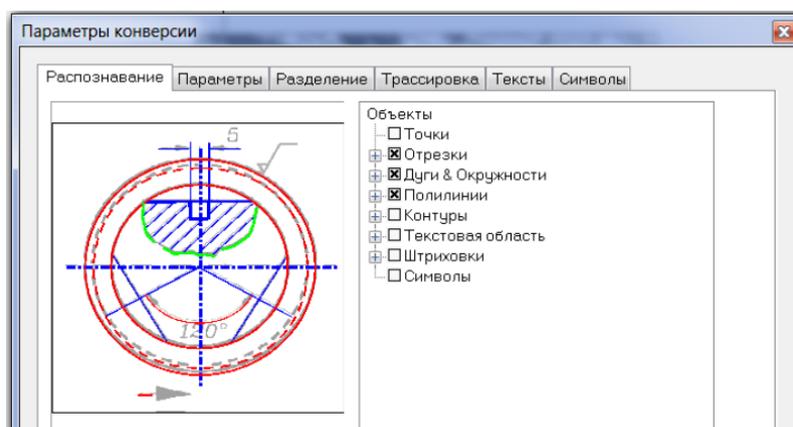


Рисунок 4.3. – Настройка полуавтоматической векторизации

В меню «*Параметры конверсии*» можно выбрать уже готовые наборы настроек векторизации или установить необходимые в зависимости от типа изображений на растре и решаемой задачи.

6. После настройки необходимых параметров на панели «*Растр в векторы*» выбираем команду «*Трассировать полилинию*» (рисунок 4.4).

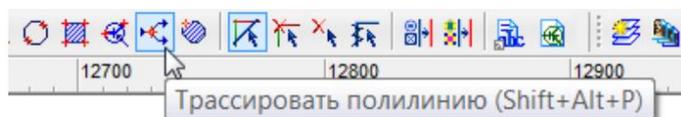


Рисунок 4.4. – Кнопка «Трассировать полилинию»

Далее указываем точку на растровой горизонтали. Программа создаст полилинию до ближайшего пересечения с растровыми объектами и будет ждать дальнейшего указания направления для продолжения трассировки. Для завершения трассировки полилинии нажмем *ENTER*. При необходимости полученную полилинию можно отредактировать вручную.

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить настройку программы Spotlight для полуавтоматической векторизации топографического плана.
2. Выполнить полуавтоматическую векторизацию растрового изображения топографического плана в Spotlight.

5. ИМПОРТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление об операциях *импорта/экспорта* данных в Autocad.
2. Научиться импортировать данные топографических съемок в Autocad для создания ЦММ.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad;
- каталог координат точек.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В системе Autocad предусмотрены возможности экспорта целых рисунков или их частей в другие DWG-файлы и импорта DWG-файлов. Этой цели служат команды *WBLOCK* и *INSERT*. Перенос графических объектов из одного открытого рисунка в другой может осуществляться также с помощью команд работы с буфером обмена Windows.

Основными командами, осуществляющими экспорт и импорт рисунков Autocad в форматы других приложений, являются команды *EXPORT (ЭКСПОРТ)* и *IMPORT (ИМПОРТ)*. Команду экспорта можно вызвать также с помощью пункта *Export (Экспорт)* меню *File (Файл)*.

При импорте можно указать формат, в который будет осуществляться вывод. Таких форматов восемь:

- 3D DWF (*.dwf);
- Metafile (*.wmf);
- ACIS(*.sat);
- Lithography (*.stl);
- Encapsulated PS (*.eps);
- DXX Extract (*.dxx);
- Bitmap (*.bmp);
- Block (*.dwg). 3D Studio (*.3ds).

В текущий рисунок можно вставлять объекты других приложений как *OLE-объекты*. В процессах отображения и печати рисунков со вставленными объектами участвует уже не только система Autocad, но и другие приложения, создавшие эти объекты.

Результатом обработки геодезических данных, полученных с накопителей приборов, является каталог координат точек (пикетов). Для обмена такими данными

с Autocad обычно используют специальные утилиты, т. к. стандартные средства Autocad не позволяют в полном объеме решать данную задачу. Рассмотрим импорт координат точек в Autocad на примере наиболее распространенных утилит.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создаем файл с расширением *txt* (*имя файла.txt*), содержащий следующие данные: *X, Y, H*. В файле в качестве разделителя используем *пробел*, целую и дробную части друг от друга отделяем *точкой*.

Пример:

1. 1301.0600 189.8820 99.3570
2. 298.6240 188.7700 99.3640
3. 300.2520 183.7570 98.9310
4. 293.9080 186.6370 98.8500

2. Выбираем команду «Импорт точек» на панели *Symbol* (рисунок 5.1).

Рисунок 5.1. – Импорт точек



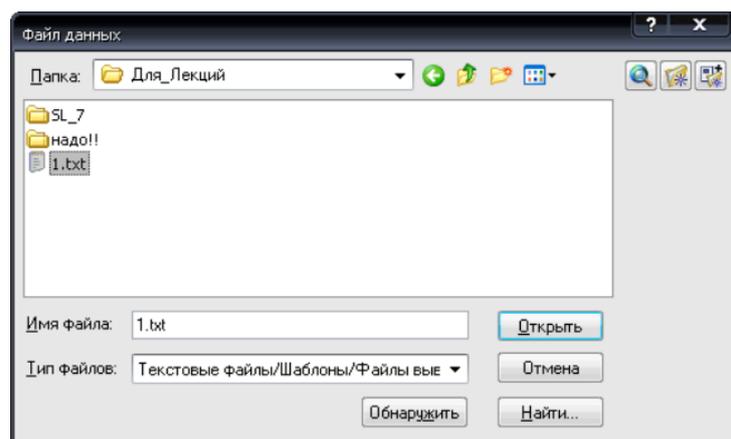
3. В командной строке задаем имя слоя: например, «*Координаты*» (рисунок 5.2).

Рисунок 5.2. – Имя слоя для импорта



4. Выбираем нужный файл из папки, в которой он был сохранен (рисунок 5.3).

Рисунок 5.3. – Выбор файла для импорта



5. Используем команду «Зумировать все» (рисунок 5.4).

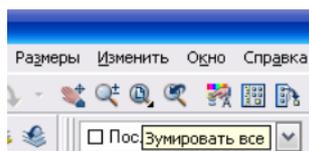


Рисунок 5.4. – Зумирование

Получаем следующий результат на модели Autocad (рисунок 5.5).

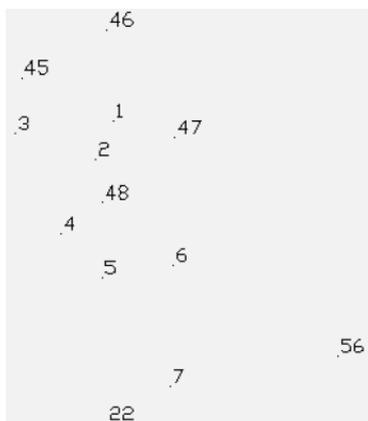


Рисунок 5.5. – Результат импорта точек

6. Для удобства дальнейшей работы изменим формат представления точек, используя вкладку «Формат» → «Отображение точек» (рисунок 5.6).



Рисунок 5.6. – Формат отображения точек

Результат изменения вида представления точек в модели Autocad показан на рисунке 5.7.

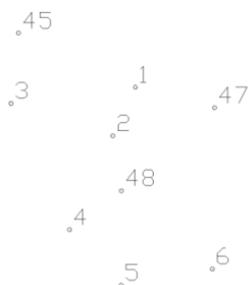
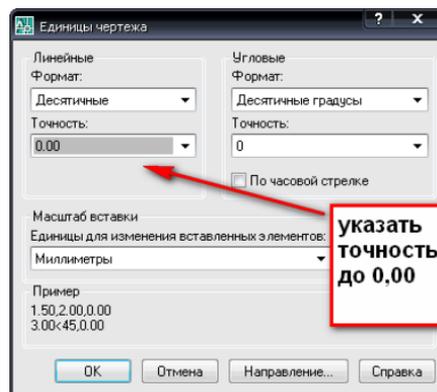


Рисунок 5.7. – Точки после изменения вида отображения

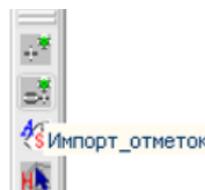
7. Используя вкладку «Формат» → «Единицы», изменяем точность отображения отметок (рисунок 5.8).

Рисунок 5.8. – Изменение единиц чертежа



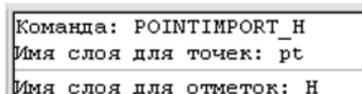
8. Выбираем команду «Импорт отметок» на панели *Symbol*, как показано на рисунке 5.9.

Рисунок 5.9. – Импорт отметок



9. Указываем имена слоев для точек из пункта 3 и отметок: например, «Отметки» (рисунок 5.10).

Рисунок 5.10. – Имя слоя для импорта отметок



10. Выбираем нужный файл из папки (рисунок 5.11).

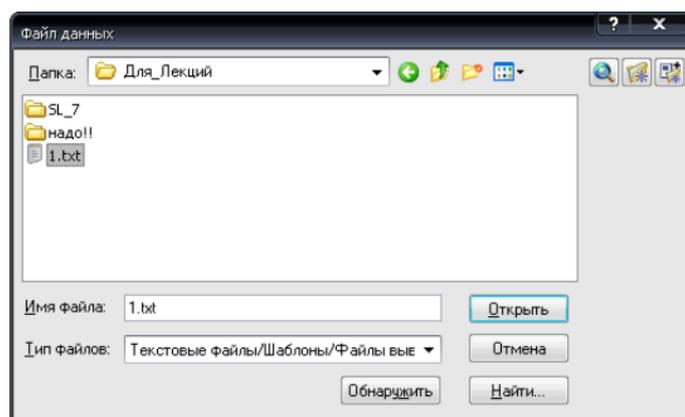


Рисунок 5.11. – Выбор файла для импорта

Получаем следующий результат в модели Autocad (рисунок 5.12).

11. Для удобства дальнейшей работы изменим шрифты отображения номеров точек и отметок: «*Формат*» → «*Текстовый стиль*» (рисунок 5.13).

Также изменим цвета слоев, используя вкладку «*Диспетчер слоев*» (рисунок 5.14).



Рисунок 5.12. – Результат импорта отметок

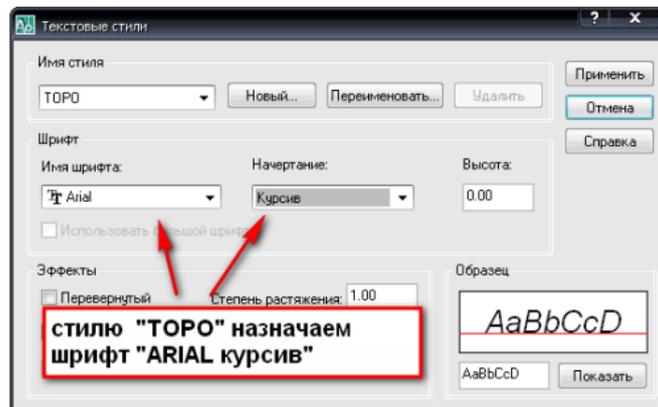


Рисунок 5.13. – Изменение текстового стиля



Рисунок 5.14. – Диспетчер слоев

Получаем результат на модели Autocad, показанный на рисунке 5.15.



Рисунок 5.15. – Конечный результат

12. Создать файл *имя_файла.csv* (разделитель запятая, целое и дробное – точка, строка-заголовок по образцу).

Пример: *N_POINT,.INSPTX,.INSPTY,.INSPTZ*

1,301.0600,189.8820,99.3570

2,298.6240,188.7700,99.3640

13. Перед импортом создать (вставить) в чертеже блок (например, условный знак хвойного дерева). С помощью команды «*Block/Import Data*» утилиты *Toolpac*, как показано на рисунках 5.16 – 5.19, получаем результат, приведенный на рисунке 5.20.



Рисунок 5.16. – Импорт через Toolpac

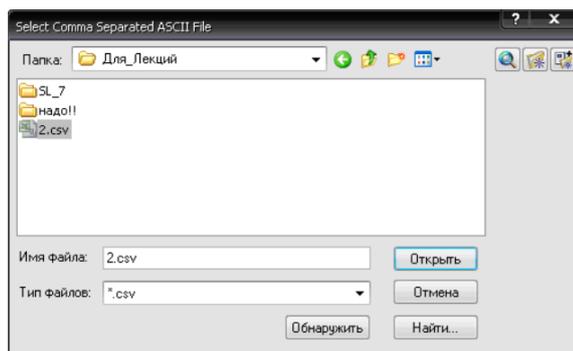


Рисунок 5.17. – Выбор файла для импорта

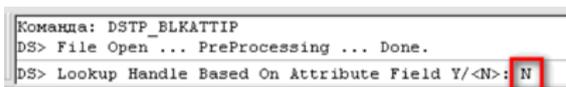


Рисунок 5.18. – Параметры импорта

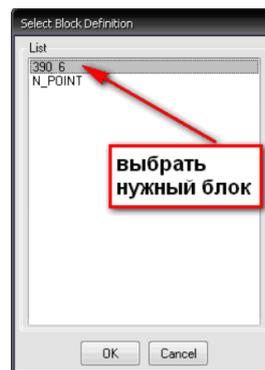


Рисунок 5.19. – Выбор блока для импорта

Рисунок 5.20. – Результат импорта данных



ЗАДАНИЕ

1. Выполнить импорт точек с отображением только номеров, с отображением номеров и отметок и вставку точек в виде блока.
2. Выполнить редактирование значений отметок – отметки точек № 5, 10, 15, 20 заменить отметками 99.25, 99.30, 99.35, 99.40 соответственно.
3. Переместить номера точек и отметки, разместив № 3, 6, 12 слева от точки, № 7, 14, 16 – внизу от точки.

6. СОЗДАНИЕ И РАБОТА С БЛОКАМИ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о создании и использовании блоков в Autocad.
2. Научиться создавать простые и динамические блоки, вставлять блоки с заданными параметрами в Autocad.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Блок – составной примитив, сформированный из других примитивов или их совокупности, в том числе других блоков. Блоки обычно используются для быстрого создания множества идентичных графических структур. Например, в виде блока могут быть оформлены:

- элементы строительных и архитектурных конструкций;
- элементы и узлы конструкций в машиностроении;
- топографические условные знаки;
- рамка и основная надпись чертежа и др.

Блок может быть вставлен в любое место чертежа, в любом масштабе и под любым углом.

Блок рассматривается Autocad как единый объект, как обычный примитив, и к нему можно применять те же операции, что для обычного примитива (удалять, масштабировать, редактировать, перемещать и т. д.).

Блоки могут быть сформированы и использованы как в рамках одного чертежа (внутренние блоки), так и записаны в файле на диске с тем, чтобы в дальнейшем их можно было поместить в другие чертежи, т. е. их можно хранить в библиотеках конкретных предметных областей (приложений), при этом блоки можно помещать в библиотеку, удалять и модифицировать.

Блок может содержать объекты, остающиеся неизменными при вставке в чертеж, т. е. постоянную часть блока (в примере с рамкой постоянной частью блока является рамка с основными надписями). Вместе с тем блок может содержать текстовые объекты, значение которых меняется от чертежа к чертежу (дата подготовки чертежа, фамилия разработчика и т. д.) Эти объекты называются атрибутами блока. При вставке в чертеж атрибут заменяется конкретным значением для данного чертежа.

Использование блоков позволяет:

- снизить трудоемкость проектирования;
- упростить процесс модификации чертежа;
- сократить время создания чертежа и упростить процесс его редактирования;
- сэкономить память.

Создав динамический блок, вы можете модифицировать его в соответствии с заданными параметрами с помощью ручек (*handles*). В других случаях нужный параметр можно выбрать из списка. Динамические блоки обеспечивают гибкость в работе, нет необходимости создавать несколько похожих блоков, можно создать один динамический блок и получать похожие блоки путем его изменения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создание простого блока

1. Создаем графический объект в Autocad с размерами (мм), как показано на рисунке 6.1.

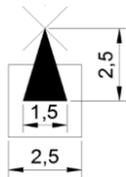


Рисунок 6.1. – Графический объект для создания блока

2. Выбираем меню «Черчение» → «Блок» → «Создать».

3. В окне «Описание блока» (рисунок 6.2) заполняем «Имя» – *Мельница*, затем в поле «Базовая точка» нажимаем «Указать» и указываем на чертеже центр нижнего основания заштрихованного треугольника – получаем координаты X и Y. В поле «Объекты» нажимаем «Выбрать объекты» и на чертеже выбираем все его элементы, далее нажимаем *Enter* и *OK*.

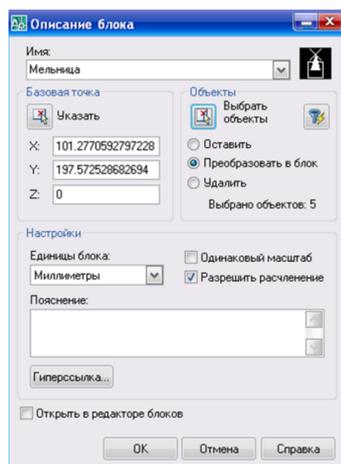
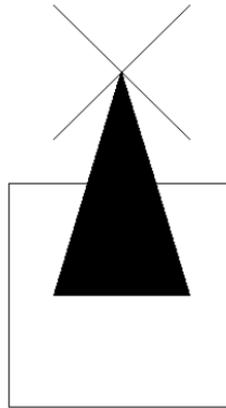


Рисунок 6.2. – Описание блока

4. В меню «Вставка блока» → «Имя» выбираем *Мельница*, далее, если необходимо, изменяем масштаб, угол поворота, расчленив и *ОК*. Вставляем выбранный блок в чертёж Autocad и получаем чертёж с блоком вида, показанного на рисунке 6.3.

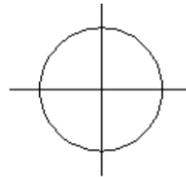
Рисунок 6.3. – Готовый блок



II. Создание блока с атрибутами (выноска координат)

1. Создаем графический объект в Autocad, как показано на рисунке 6.4.

Рисунок 6.4. – Графический объект для создания блока



2. Выбираем меню «Черчение» → «Блок» → «Задание атрибутов», как показано на рисунке 6.5.

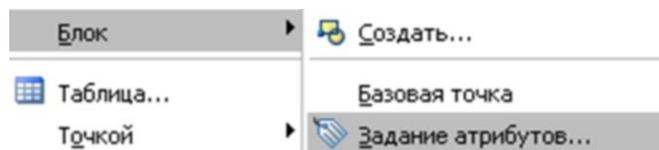


Рисунок 6.5. – Задание атрибутов блока

3. В окне «Описание атрибута» (рисунок 6.6) заполняем поле «Имя» – «Выноска», затем в поле «Значение» вносим $X, Y=$. Заполнив два поля, нажимаем кнопку .

4. В окне «Поле» (рисунок 6.7) в поле «Категории полей» указываем «Объекты». Затем в поле «Тип объекта» нажимаем на кнопку «Выбор объекта» и указываем на чертеже нашу окружность.

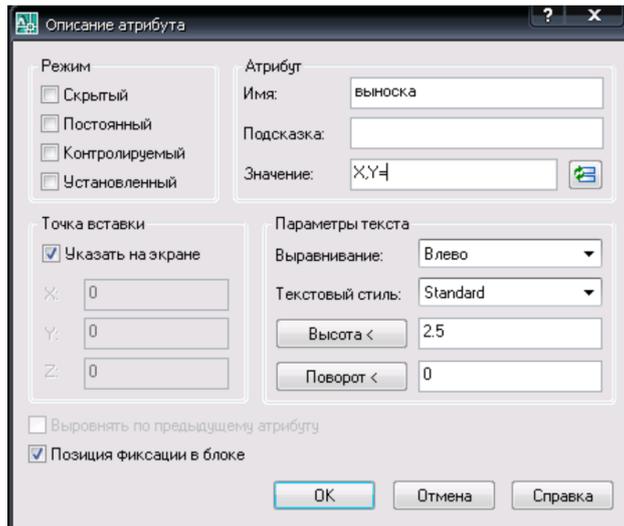


Рисунок 6.6. – Описание атрибута блока

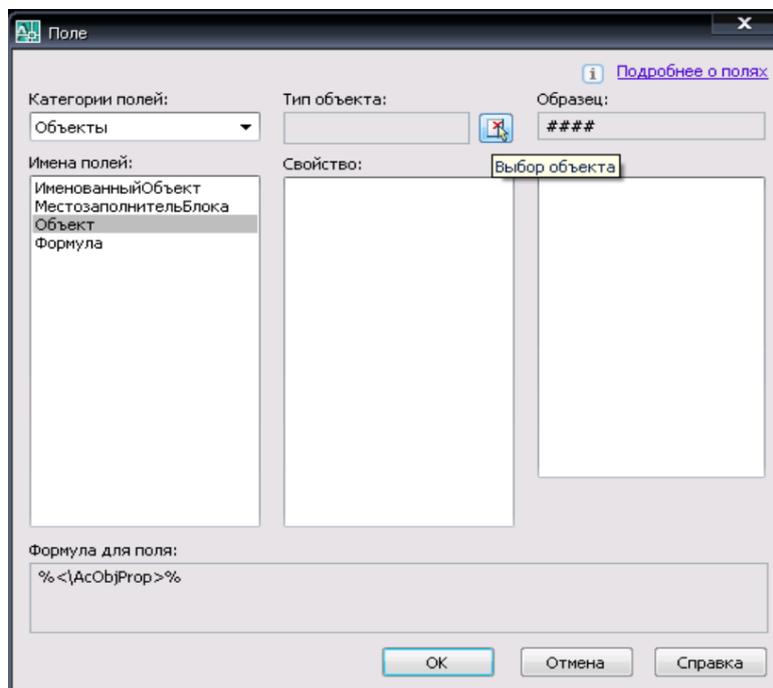


Рисунок 6.7. – Поле блока

5. В окне «Поле» выбираем параметры, как показано на рисунке 6.8, и нажимаем *OK*.
6. В результате в окне «Описание атрибута» (рисунок 6.9) получаем заполненное поле «Значение» и нажимаем *OK*.
7. Указываем местоположение выноски на чертеже.
8. Далее создаем блок, как описано в задании 1, указав центр окружности как базовую точку (рисунок 6.10).

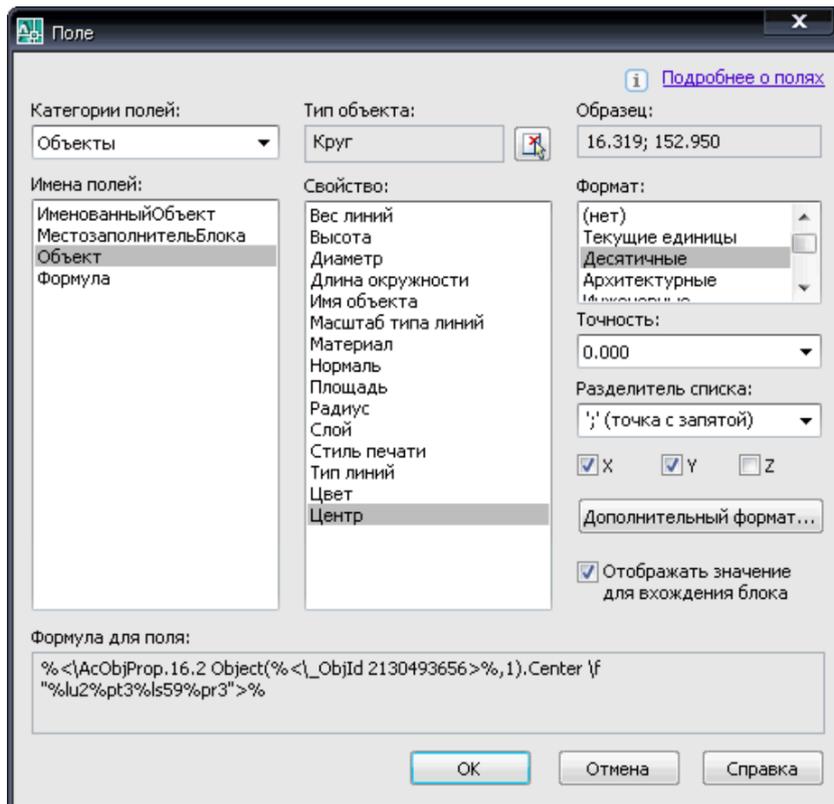


Рисунок 6.8. – Параметры поля блока

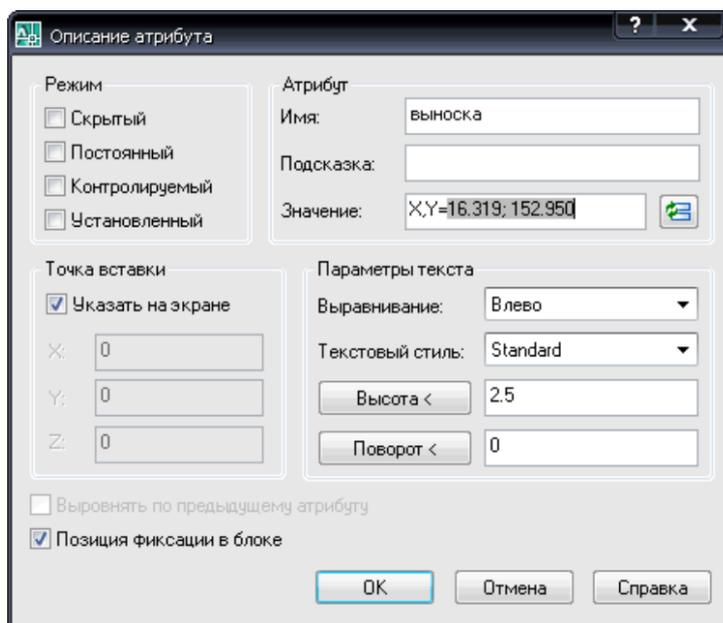


Рисунок 6.9. – Заполненные атрибуты блока

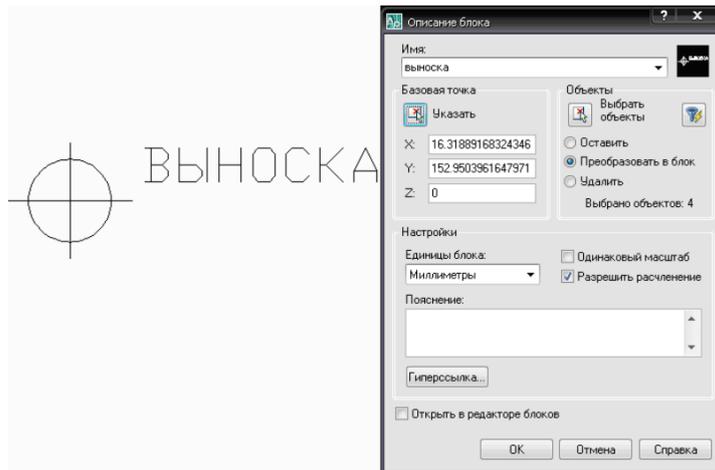


Рисунок 6.10. – Графический объект с атрибутом

9. В результате получаем чертеж вида, изображенного на рисунке 6.11.



Рисунок 6.11. – Блок с атрибутом

10. Дважды щелкнув по чертежу-блоку, зайдите в окно «Редактор блоков», в котором измените высоту текста (значение 1) и цвет атрибута (красный). Используя команду ПБЛОК в командной строке, сохраните блок на жесткий диск.

III. Создание динамического блока

1. Создаем графический объект в Autocad (4 отрезка и 4 окружности), как показано на рисунке 6.12.

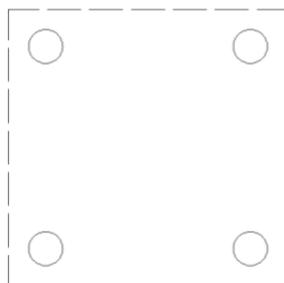


Рисунок 6.12. – Графический объект

2. Выбираем меню «Черчение» → «Блок» → «Создать» и создаем блок. Назовем его «Навес», в качестве базовой точки указываем левый нижний угол. Выбираем меню «Сервис» → «Редактор блоков» (рисунок 6.13) указываем блок «навес» и ОК.

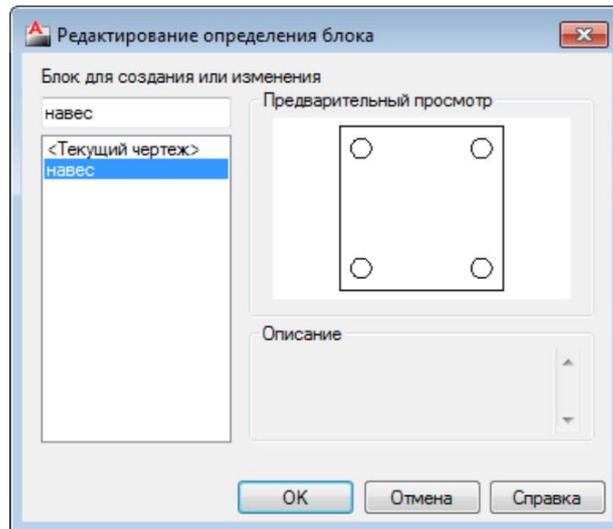


Рисунок 6.13. – Редактирование определения блока

3. В окне «*Редактирование описания блока*» выбираем «*Линейный параметр*», как показано на рисунке 6.14, и указываем два верхних угла квадрата.

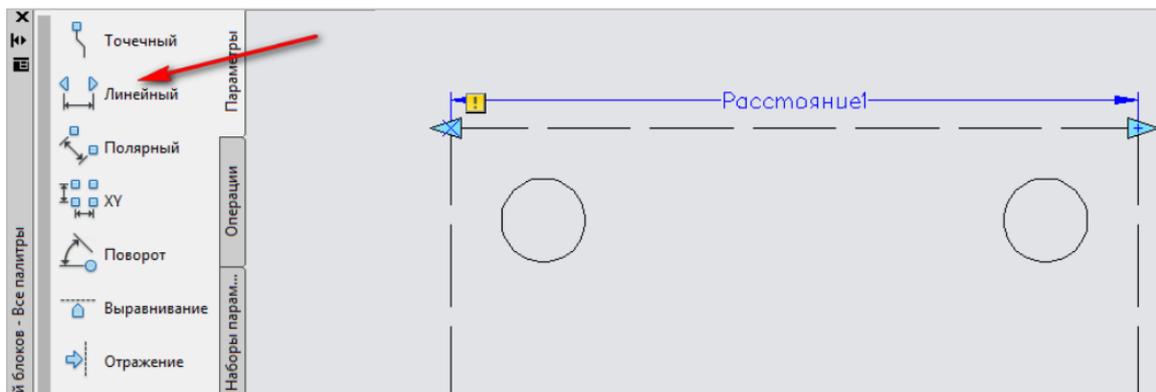


Рисунок 6.14. – Линейный параметр динамического блока

4. На закладке операции выбираем команду «*Растянуть*», на запрос в командной строке «*Выберите параметр*» указываем параметр «*Расстояние 1*», точку параметра и выделяем рамкой область растяжения, как показано на рисунке 6.15. На запрос «*Выберите объекты*» указываем три отрезка (кроме левого вертикального) и две окружности (справа).

5. Аналогично создаем вертикальный параметр растяжения. Закрываем редактор блоков с сохранением результатов редактирования.

6. В результате получим динамический блок, который может изменять размеры путем перемещения «*линейных ручек*» (рисунок 6.16).

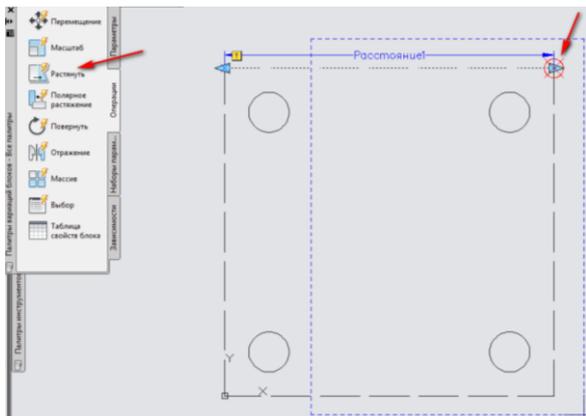


Рисунок 6.15. – Операция «Растянуть»

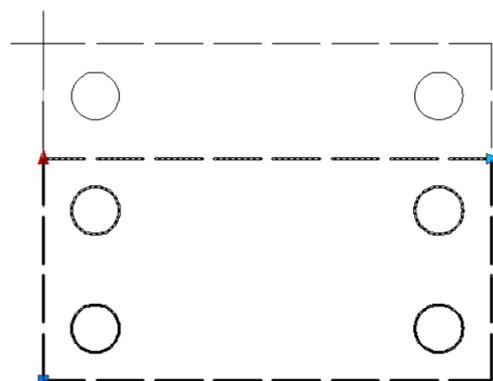


Рисунок 6.1. – Динамический блок с линейными перемещениями

ЗАДАНИЕ

1. Создать блок с атрибутами номер точки и отметка. Используя задание I и задание II, самостоятельно создайте блок с атрибутами (номер точки и отметка), как показано на рисунке 6.17.



Рисунок 6.17. – Блок с двумя атрибутами

2. Создать динамический блок с атрибутами, который может принимать четыре положения (рисунок 6.18). Для выполнения задания использовать операцию отражения.

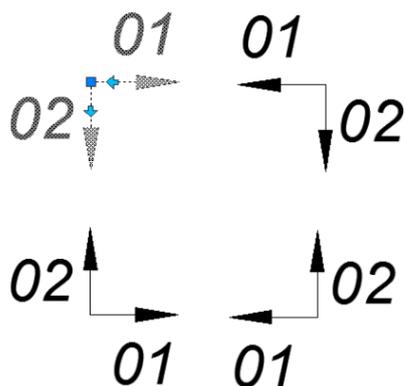


Рисунок 6.18. – Динамический блок с атрибутами

7. СОЗДАНИЕ НОВЫХ ТИПОВ ЛИНИЙ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о создании и использовании различных типов линий в Autocad.
2. Научиться создавать простые и сложные типы линий, использовать различные типы линий в Autocad при вычерчивании цифровых моделей ситуации.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Одним из самых широко используемых свойств графических объектов AutoCAD является тип линии. В чертежах часто используются пунктирные, штрихпунктирные и другие типы линий. Нередко находят применение типы линий, включающие в себя буквы.

Выбор типов линий из стандартного набора довольно широк. Тем не менее случается, что необходимо использовать образец, который отсутствует в стандартном наборе – специфическую комбинацию штрихов, пробелов и точек, те или иные буквенные обозначения. В этом случае пользователь имеет возможность создать новый тип линии и впоследствии использовать его при черчении.

Все типы линий, которые используются в Autocad, описываются в файлах, имеющих расширение **.lin* (причем имя файла может выбираться произвольно и описываться в таком файле могут несколько типов линий). При необходимости работы с линией, описанной в данном файле, данные о ней подгружаются по мере необходимости. В поставку Autocad входят два файла, описывающих стандартный набор типов линий: *acadiso.lin* и *acad.lin*.

Существуют два типа линий – простые и сложные.

1. Простые – типы линий, описываемые только файлом **.lin* соответствующим синтаксисом.

2. Сложные – типы линий с вставленными графическими примитивами. Соответственно, сам тип линии описывается в файле **.lin*, а примитивы – в файле **.shx*, получаемом компиляцией (команда *compile*) исходного файла **.shp*. В данной работе синтаксис описания форм в **.shp* рассматривать не будем и воспользуемся файлом, входящим в стандартный набор Autocad (*standard.shx*).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Создание типов линий, содержащих штрихи, пробелы, точки

1. Создадим линию, изображенную на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1. – Штриховая линия

Базовый фрагмент линии состоит из следующих элементов:

- штрих длиной 1.5 единицы;
- пробел длиной 1.5 единицы.

Далее фрагмент повторяется. Файл, содержащий описание типов линий, может быть создан в любом текстовом редакторе (например, «Блокнот»).

Описание типа линий состоит из двух строк:

1) первая строка – **Name, Description*:

- значок * – обязательный элемент первой строки;
- *Name* – имя нового типа линии;
- *Description* – описание нового типа линии;

2) вторая строка – *A,X1,X2,X3...XN*:

- *A* – обязательный элемент строки, указывающий тип выравнивания (существует единственный тип *A*);
- *X1...XN* – элементы типа линии, перечисляемые через запятую.

Описываются по следующим правилам:

- если элемент – штрих, то указывается длина штриха (как положительное число);
- если элемент – пробел, то указывается длина пробела со знаком «минус» (как отрицательное число);
- если элемент – точка, то указывается 0.

Для нашего примера имеем следующее описание:

**ШТРИХ 1.5×1.5, Штриховая линия 1.5×1.5 A,1.5,-1.5*

Сохраняем созданный файл под любым именем с расширением **.lin*, и можем его использовать.

2. Выбираем меню «Свойства» → «Типы линий» → «Другой». Далее в окне «Диспетчер типов линий» выбираем «Загрузить», как показано на рисунке 7.2.

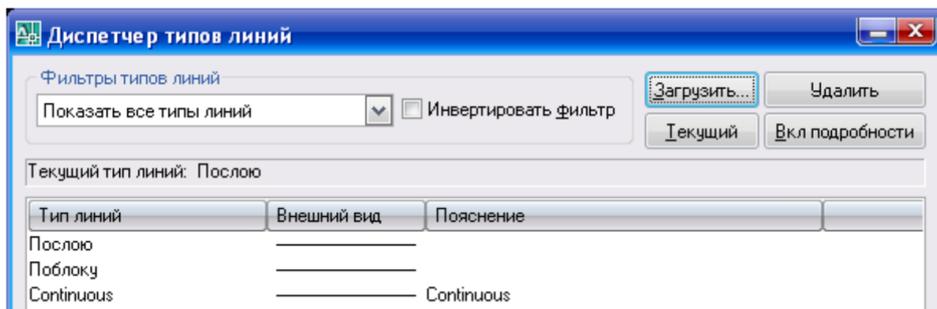


Рисунок 7.2. – Диспетчер типов линий

В новом выпадающем окне «Загрузка/перезагрузка типов линий» нажимаем кнопку «Файл», попадаем в окно «Выбор файлов типов линий», в котором выбираем созданный файл с расширением *.lin (рисунок 7.3) и нажимаем «Открыть».

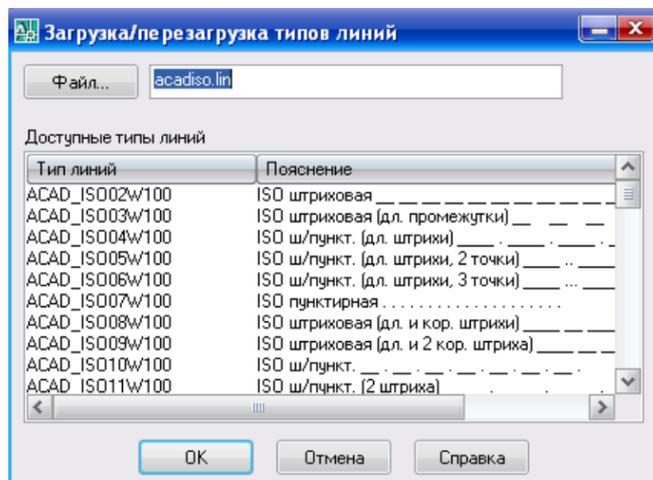


Рисунок 7.3. – Выбор типов линий для загрузки

Вернувшись в окно «Загрузка/перезагрузка типов линий», выбираем тип линий, ОК. Линия загружена, можно ее использовать для черчения объектов.

II. Создание типов линий, содержащих буквенные и специальные символы

Описание типа линий состоит из двух строк:

1) первая строка – *Name, Description:

- значок * – обязательный элемент первой строки;
- Name – имя нового типа линии;
- Description – описание нового типа линии.

2) вторая строка – A,X1,X2,...,["Text",Style,S=Height,R=Angle,X=X0,Y=Y0],...,XN:

- A – обязательный элемент строки, указывающий тип выравнивания (существует единственный тип A);

– $X1...XN$ – элементы типа линии, перечисляемые через запятую. Если элемент – штрих, то указывается длина штриха как положительное число. Если элемент – пробел, то указывается длина пробела как отрицательное число со знаком «минус». Если элемент – точка, то указывается 0;

– *Text* – текстовая строка, которая будет элементом линии;

– *Style* – стиль текста;

– *Height* – высота текста. Если высота, определенная стилем, = 0. Если в текстовом стиле определена высота, то *Height* – масштабный коэффициент, на который будет умножено значение высоты в соответствии с определением стиля;

– *Angle* – угол поворота текста относительно линии;

– XO – отступ вдоль направления линии от предыдущего элемента линии до точки вставки текста (точкой вставки текста является нижний левый угол);

– YO – отступ вдоль направления, перпендикулярного к линии, от предыдущего элемента линии до точки вставки текста.

Для линии, приведенной на рисунке 7.4, содержание файла *.lin будет следующим:

*Геодезия, Тип линии ГЕО

A,5,-2,["ГЕО",Standard,S=2,R=0.0,X=-1,Y=-1],-5



Рисунок 7.4. – Линия, содержащая буквенные обозначения

Задание 1. Необходимо самостоятельно создать линию. Базовый фрагмент линии состоит из следующих элементов:

- штрих длиной 1 единица;
- пробел длиной 1 единица;
- точка;
- пробел длиной 1 единица.

Задание 2. Самостоятельно создать тип линии, как показано на рисунке 7.5 (длина штриха – 5 ед., пробела – 2 ед.).

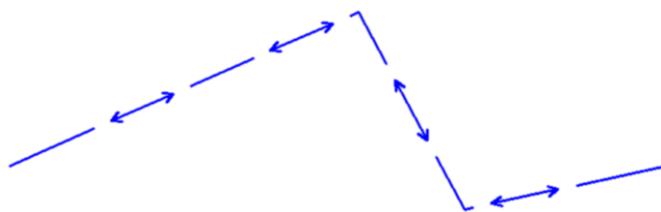


Рисунок 7.5. – Пример линии

8. РАБОТА С ФАЙЛАМИ СЦЕНАРИЕВ В AUTOCAD

Цель работы:

1. Дать студентам общее представление о создании и использовании файлов сценариев в Autocad.
2. Научиться создавать различные сценарии в Autocad и использовать их для автоматизации повторяющихся процессов.

Исходные данные для работы:

- программный комплекс Autocad;
- техническая документация и примеры к Autocad;
- файл «исполнительная.xls».

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сценарием называют текстовый файл, содержащий последовательность команд. Файлы сценариев обычно используются для настройки параметров загрузки и при выполнении часто повторяющихся команд.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Создадим файл сценария (*script*) в Excel по результатам исполнительной съемки свайного поля, используя данные из файла «исполнительная.xls» (рисунок 8.1.)

№ точек	Проектные		Фактические		Разности	
	X	Y	X	Y	Dx	Dy
1	36,000	6,000	36,011	5,996	0,011	-0,004
2	36,000	12,000	35,993	12,010	-0,007	0,010
3	36,000	18,000	35,999	18,001	-0,001	0,001
4	36,000	24,000	36,007	23,991	0,007	-0,009
5	36,000	30,000	36,005	29,988	0,005	-0,012

Рисунок 8.1. – Пример файла «Исполнительная.xls»

На исполнительной съемке отклонение от проекта может быть показано следующим образом (рисунок 8.2).

Рисунок 8.2. – Отклонения от проекта



Тогда для данной задачи можно использовать стандартный элемент AutoCAD «выровненный размер».

Первой точкой будет соответствовать следующая строка сценария (*script*):

```
_dimaligned 36.000,6.000_36.011,5.996_0
```

где `_` – символ пробела.

Сформировать такую строку возможно в Excel функцией *СЦЕПИТЬ* (рисунок 8.3).

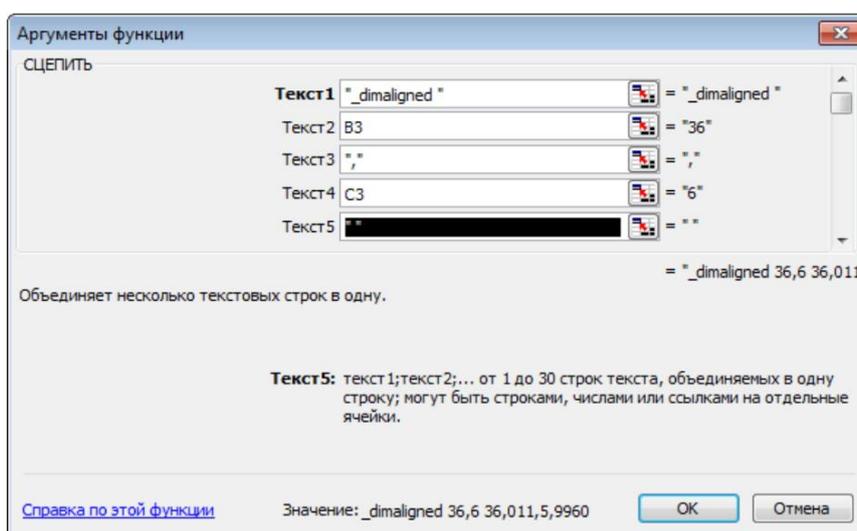


Рисунок 8.3. – Аргументы функции «Сцепить»

Сформировав строки для каждой точки с помощью функции копирования, необходимо в программе «Блокнот» создать текстовый файл, вставить туда эти строки и сохранить с расширением **.scr* (рисунок 8.4).

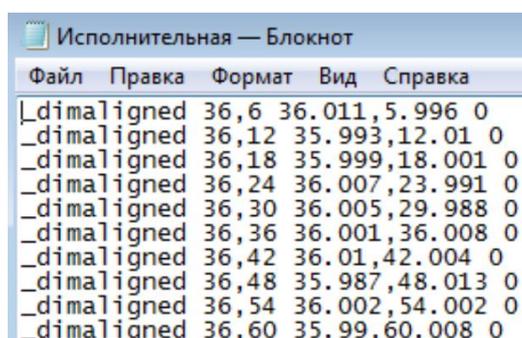


Рисунок 8.4. – Текстовый документ для файла сценария

В AutoCAD загружаем файл сценария так, как показано на рисунках 8.5 и 8.6.

Рисунок 8.5. – Загрузка файла сценария

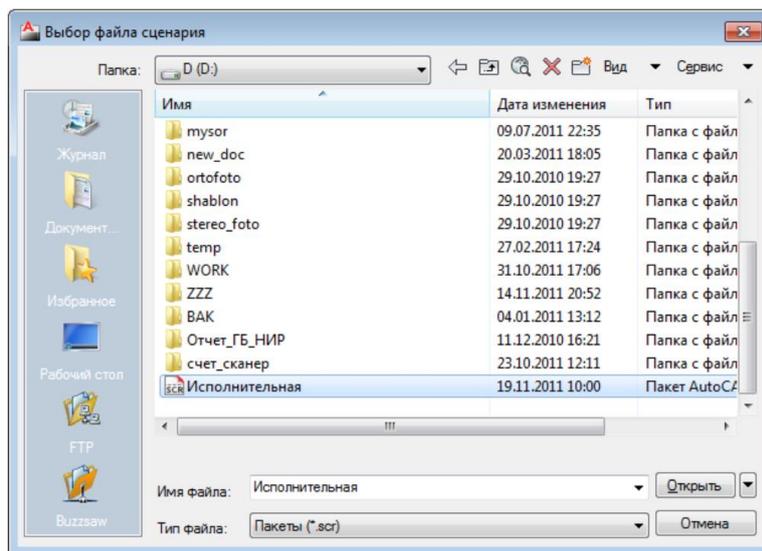
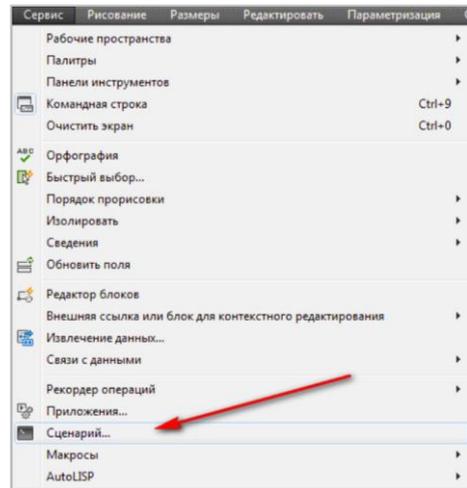
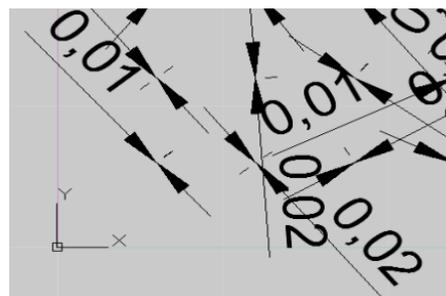


Рисунок 8.6. – Выбор файла сценария

Вследствие выполнения файла сценария получим для каждой точки результат, показанный на рисунке 8.7.

Рисунок 8.7. – Результат выполнения файла сценария



Выполнив редактирование размерных стилей, возможно привести полученный результат к желаемому виду (рисунок 8.8).

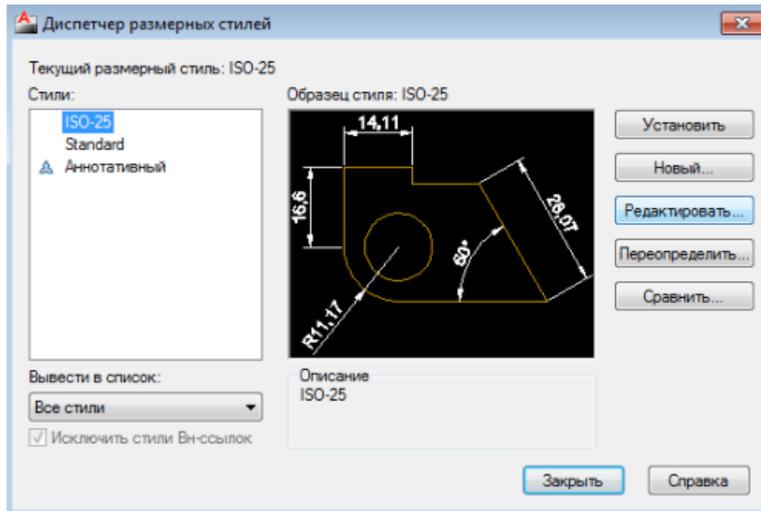


Рисунок 8.8. – Диспетчер размерных стилей

На закладке «Символы и стрелки» установить требуемые параметры, как показано на рисунке 8.9.

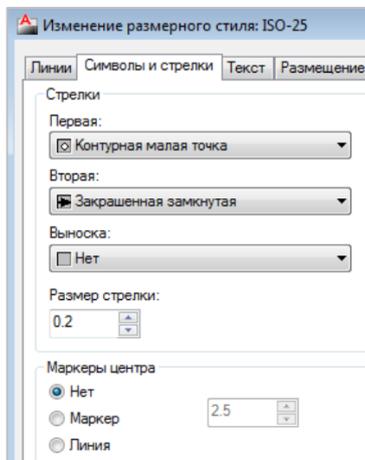


Рисунок 8.9. – Изменение отображения линий и стрелок

На закладке «Основные единицы» установить требуемые параметры (рисунок 8.10).

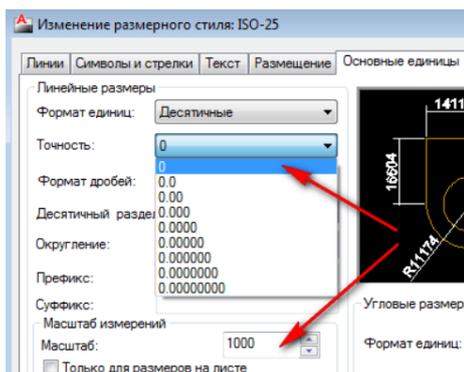


Рисунок 8.10. – Изменение точности линейных размеров

На закладке «*Линии*» установить требуемые параметры (убрать выносные линии), как показано на рисунке 8.11.

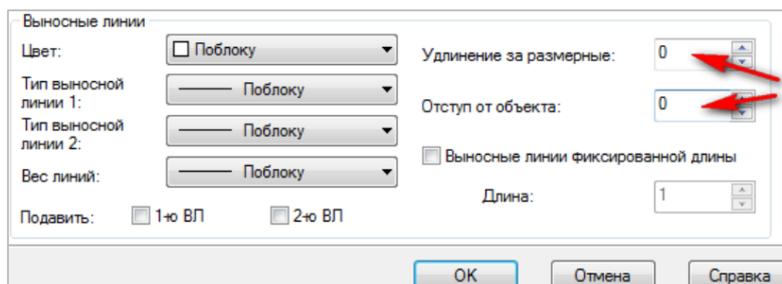


Рисунок 8.11. – Изменение выносных линий

На закладке «*Текст*» установить требуемые параметры, как на рисунке 8.12.

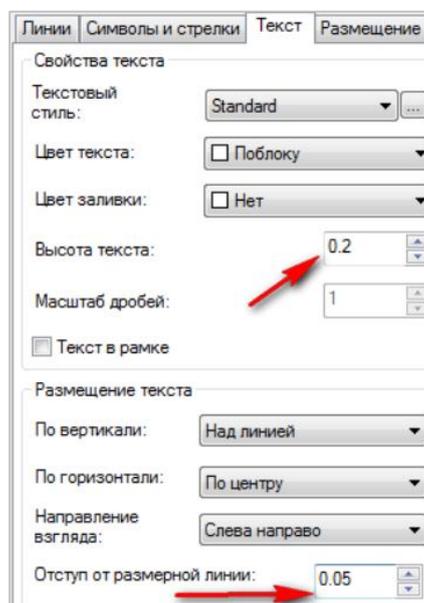


Рисунок 8.12. – Изменение свойств текста

В результате получим исполнительный чертеж, как на рисунке 8.13.



Рисунок 8.13. – Исполнительный чертеж после редактирования размерных стилей

Так как величина отклонения составляет в среднем 0.01 ед., а размер стрелки 0.2 ед., мы получили некорректный чертеж. Исправить данную ситуацию можно, изменив масштаб отклонений в данных (*.scr) и масштаб измерений, как показано на рисунке 8.14.

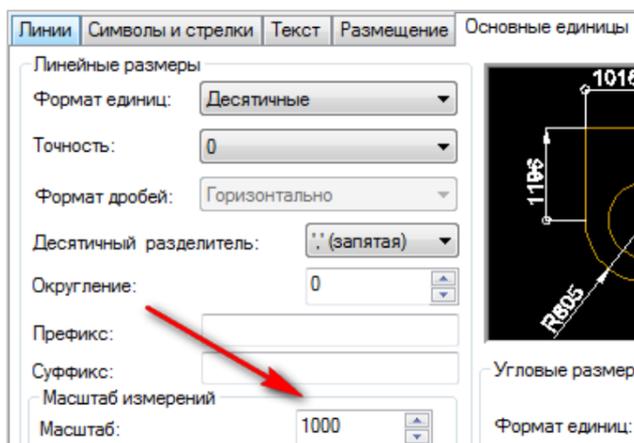


Рисунок 8.14. – Изменение масштаба измерений

Например, умножив отклонения (D_x и D_y) на $k = 50$ (соответственно, пересчитав фактические координаты, как показано на рисунке 8.15) и установив масштаб измерений, равный 20 ($1000/50$), получим результат, как на рисунке 8.16.

k=		50
Фактические		
X'	Y'	
36,550	5,800	
35,650	12,500	
35,950	18,050	
36,350	23,550	

Рисунок 8.15. – Пересчитанные фактические координаты

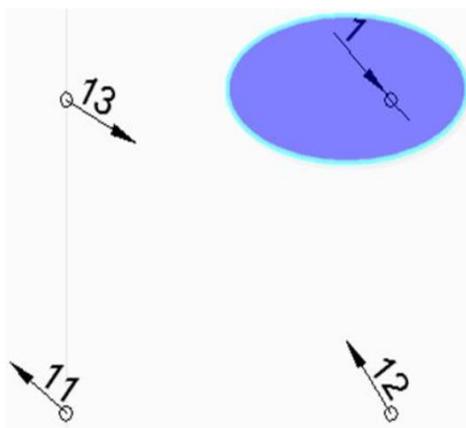


Рисунок 8.16. – Исполнительная съемка после масштабирования

Некорректное отображение малых отклонений можно исправить (рисунок 8.17), задав в окне свойств (текстовой строке) значение отклонения и немного растянув размер (точка возле стрелки) по направлению линии (рисунок 8.18).

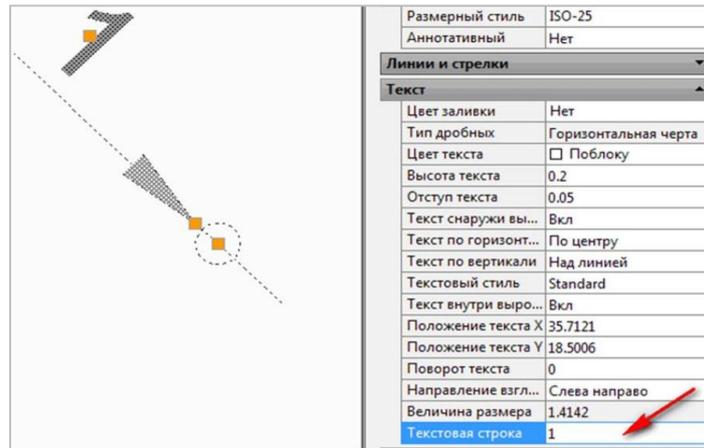
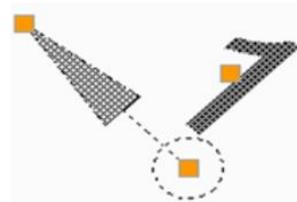


Рисунок 8.17. – Исправление отображений малых отклонений

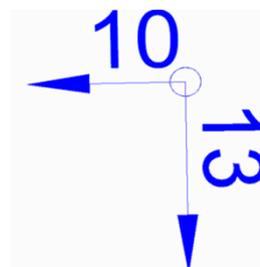
Рисунок 8.18. – Растягивание размера



ЗАДАНИЕ

Начертить исполнительную съемку свайного поля с указанием отклонений по X и Y согласно рисунку 8.19.

Рисунок 8.19. – Исполнительная съемка свайного поля



9. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК

Цель работы:

1. Дать студентом общее представление об облаках точек, получаемых лазерными сканерами или методами фотограмметрии.
2. Научиться классифицировать облака точек, выделяя точки, принадлежащие рельефу местности.

Исходные данные для работы:

- облако точек в формате *.las;
- техническая документация и примеры к CloudCompare.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Цифровые модели местности высокого разрешения имеют решающее значение для моделирования природных процессов, мониторинга, проектирования и т. д. Технология LiDAR является эффективным способом сбора трехмерных облаков точек и широко используется для создания ЦММ. Для создания ЦММ точки, не принадлежащие рельефу, должны быть отделены от облаков точек LiDAR, что представляет собой процесс фильтрации.

Были предложены различные типы алгоритмов фильтрации для автоматического извлечения точек рельефа из облаков точек LiDAR. Однако разработка автоматической и простой в использовании системы фильтрации, универсально применимой для различных ландшафтов, по-прежнему остается сложной задачей.

За предыдущие десятилетия было предложено множество методов фильтрации. Главным образом, это методы, основанные на уклонах; математические методы, основанные на морфологии; методы, основанные на поверхности.

Общее предположение о зависимости от уклона алгоритмов заключается в том, что изменение уклона местности обычно происходит постепенно в окрестности точек, в то время как изменение уклона между зданиями или деревьями и землей очень велико. Применение этих методов к местности с различными топографическими особенностями затруднительно. Результаты показали, что алгоритмы, основанные на уклонах, не будут гарантированно хорошо работать на сложной местности, поскольку точность фильтрации снижается с увеличением крутизны склонов.

Другой тип метода фильтрации использует математическую морфологию для удаления точек, не принадлежащих рельефу. Выбор оптимального размера окна имеет решающее значение для этих методов фильтрации. Небольшое окно может эффективно отфильтровывать мелкие объекты, но сохранять более крупные объекты на земле. Кроме того, большой размер окна способствует сглаживанию

деталей местности, в том числе и элементов рельефа. Преимущество методов, основанных на морфологии, заключается в том, что они концептуально просты и легко реализуются. Точность морфологического подхода также относительно хорошая. Однако для определения подходящего размера окна обычно требуется знание изучаемой территории.

В отличие от предыдущих алгоритмов поверхностные методы постепенно аппроксимируют поверхность земли, итеративно выбирая точки, принадлежащие рельефу земли из набора данных, и суть методов фильтрации этого типа заключается в создании поверхности, которая аппроксимирует голую поверхность земли. Существуют алгоритмы фильтрации адаптивной триангулированной нерегулярной сети TIN, когда разреженный TIN постепенно уплотняется. В этом алгоритме необходимо тщательно установить два важных пороговых параметра: один – это расстояние до точки-кандидата, а другой – это угол между TIN-плоскостью и линией, которая соединяет точку-кандидат с ближайшей вершиной треугольника. Эти параметры являются постоянными значениями для всей области в адаптивном TIN-филт্রে, что затрудняет обнаружение наземных точек вокруг линий разрыва и крутых склонов местности. Существуют алгоритмы, которые используют взвешенный алгоритм фильтрации.

Производительность этих алгоритмов меняется в зависимости от топографических особенностей местности, и результаты фильтрации обычно ненадежны в сложных городских условиях и на очень крутых участках. Кроме того, реализация этих методов фильтрации требует ряда параметров для достижения удовлетворительных результатов, которые трудно определить, поскольку оптимальные параметры фильтра варьируются от ландшафта к ландшафту.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Открыть облако точек в CloudCompare

1. Запускаем программу *CloudCompare*.
2. Выбираем меню «Файл» → «Открыть». В окне «Открыть файлы» выбираем «*n_k1_Cloud.las*», затем указываем параметры открытия файла, как на рисунке 9.1, далее нажимаем «Применить все» и ОК.
3. В появившемся окне на запрос учета глобального сдвига и масштаба (рисунок 9.2) соглашаемся с предложенными параметрами и нажимаем «Да для всех».

В результате в левой части окна программы в «Навигаторе проектов» мы видим имя открытого файла. Выделив его, мы можем с зажатой левой кнопкой мыши вращать облако точек в графическом окне программы, а с зажатой правой кнопкой мыши – передвигать его в окне программы.

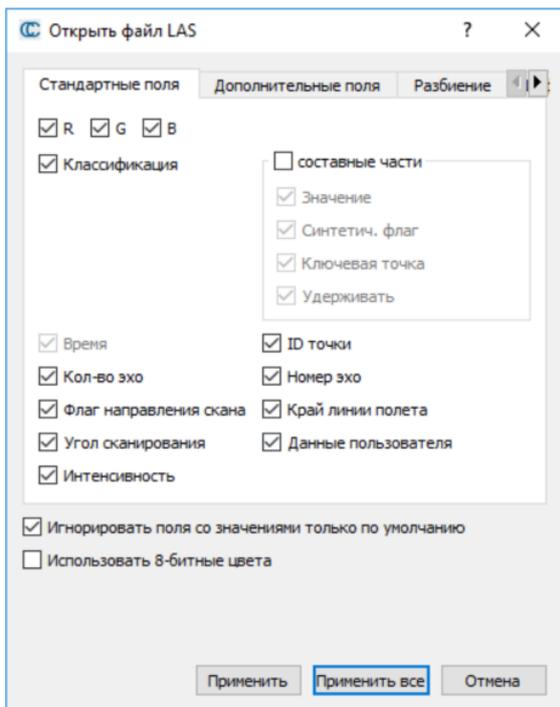


Рисунок 9.1. – Параметры открытия файла

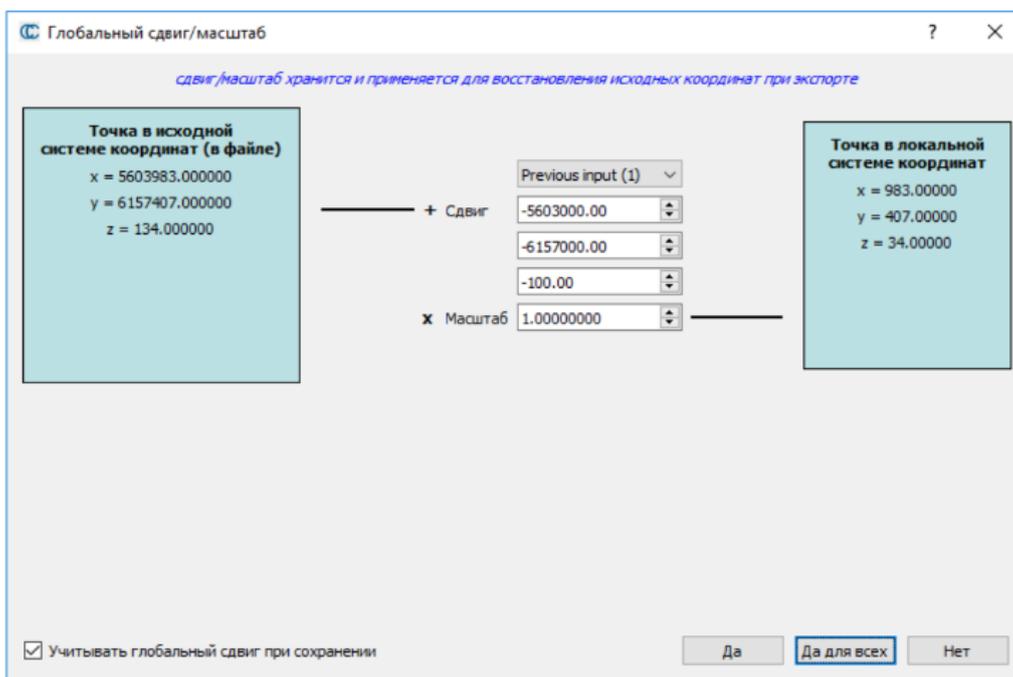


Рисунок 9.2. – Окно учета глобального сдвига

II. Классификация облака точек

1. Для запуска классификации в меню «Модули», показанном на рисунке 9.3, выбираем «CSF Filter».
2. В появившемся окне настроек выбираем характеристику территории, на которую получено облако точек (рисунок 9.4).

Рисунок 9.3. – Запуск классификации

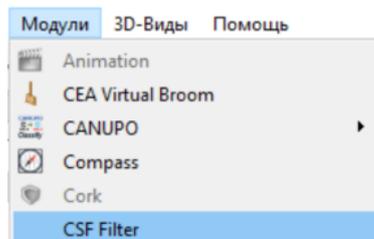
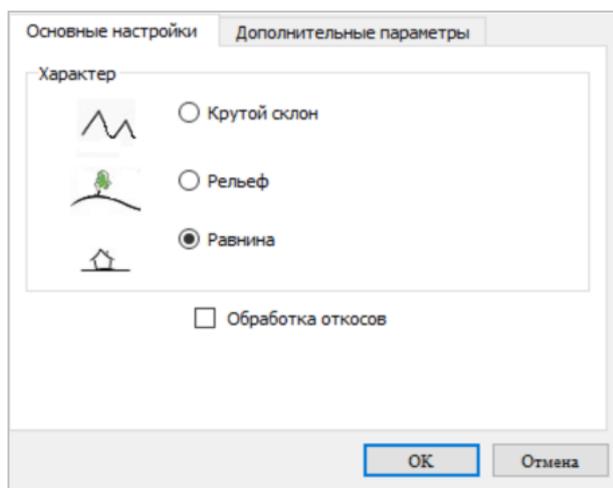


Рисунок 9.4. – Выбор характеристики территорий



С учетом особенностей территории и пояснений к данному модулю указываем дополнительные параметры, приведенные в правой части окна, изображенного на рисунке 9.5.

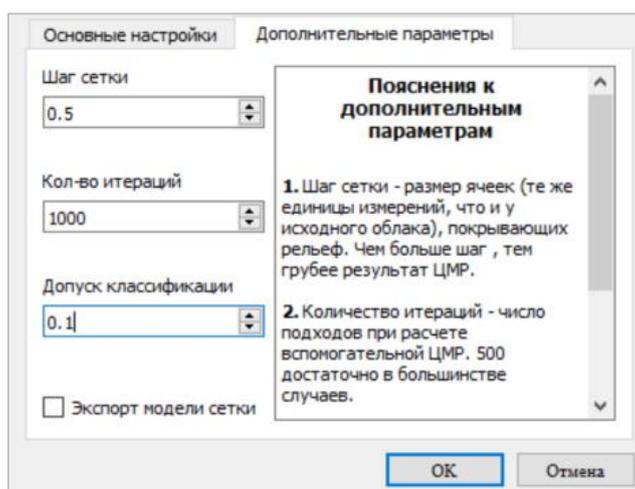


Рисунок 9.5. – Дополнительные параметры

В результате работы фильтра «CSF» в «Навигаторе проектов» получаем облако точек, разделенное на 2 слоя: «ground points» и «off-ground points» (рисунок 9.6).

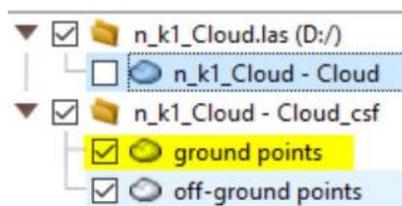


Рисунок 9.6. – Слои облака точек

Выключив видимость слоя «*off-ground points*», мы увидим облако точек, принадлежащих рельефу (рисунок 9.7).



а



б

Рисунок 9.7. – Пример облака точек, принадлежащих рельефу

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить CSF-фильтрацию с различными значениями CSF-фильтра, меняя шаг сетки и допуск классификации. Оценку качества фильтрации выполнить визуально.
2. Выбрав оптимальные параметры фильтрации, выполнить фильтрацию и сохранить полученный результат для дальнейшей работы.