

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»
Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению лабораторных работ
по дисциплине

«Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования»
для студентов, обучающихся по направлению подготовки:

05.04.03 Картография и геоинформатика
(программа: Геоинформационное моделирование)
всех форм обучения

Воронеж 2025

УДК 332.6 (07)
ББК 65.22 я7

Составители
Доцент кафедры Самбулов Н.И.

Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования: методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 05.04.03 Картография и геоинформатика (программа: Геоинформационное моделирование) всех форм обучения / сост.: Самбулов Н.И.; ВГТУ. – Воронеж, 2025. – 43 с.

Служат для проведения лабораторных работ по дисциплине «Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования». Рассматривается решение графических и расчетных задач для наполнения и актуализации ГИС данными полученными по результатам лазерного сканирования, создание цифровых моделей рельефа и местности, а также приводятся задачи для самостоятельной подготовки, которые могут быть использованы для контроля усвоенных знаний.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 05.04.03 Картография и геоинформатика (программа: Геоинформационное моделирование), которые в соответствии с учебным планом должны выполнить практические работы по дисциплине «Технология создания ГИС по данным лазерного сканирования».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ТСГпДЛС.pdf.

Ил.2. Табл. 9. Библиогр.: 12 назв.

УДК 332.6 (07)

ББК 65.22 я7

Рецензент

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Оглавление

Введение	3
Лабораторная работа №1. Обработка данных наземного лазерного сканирования.	5
Лабораторная работа №2. Построение 3D модели.	8
Лабораторная работа №3. Подготовка проекта в САД-системах.	14
Лабораторная работа №4. Классификация объектов.	22
Лабораторная работа №5. Создание тематических карт.	34
Библиографический список	42

Введение

Наземное лазерное сканирование - один из самых оперативных и производительных способов получения пространственных данных об объекте. Суть технологии состоит в определении пространственных координат точек поверхности объекта. В зависимости от поставленной задачи итогом работ может быть облако точек отражений или 3-D модель объекта.

Наземное лазерное сканирование является также методом производства работ, в процессе которого с высокой скоростью (от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду) измеряются расстояния от сканера до точек объекта, регистрируются соответствующие направления (вертикальные и горизонтальные углы) и формируются трёхмерные изображения в виде облака точек.

Наземное лазерное сканирование применяется для решения широкого круга задач, от создания обмерных чертежей и 3Д моделей до выполнения классической топографической съемки сложных промышленных объектов .

Благодаря своим преимуществам, наземное лазерное сканирование находит широкое применение во многих областях науки, техники и отраслях народного хозяйства, а именно:

- 1) строительство и эксплуатация инженерных сооружений:
 - контроль строительства;
 - корректировка проекта в процессе строительства;
 - исполнительная съемка в процессе строительства и после его окончания;
 - оптимальное планирование и контроль перемещения, и установки сооружений и оборудования;
 - мониторинг объектов при эксплуатации;
- 2) горная промышленность:

- определение объемов выработок и складов сыпучих материалов;
- создание цифровых моделей открытых карьеров и подземных выработок с целью их мониторинга (данные об интенсивности отраженного сигнала и реальном цвете позволяют создавать геологические модели);
- маркшейдерское сопровождение буровых и взрывных работ;
- 3) нефтегазовая промышленность:
 - создание цифровых моделей промысловых и сложных технологических объектов и оборудования с целью их реконструкции и мониторинга;
- 4) архитектура:
 - реставрация памятников и сооружений, имеющих историческое и культурное значение;
 - создание архитектурных чертежей фасадов зданий;
- 5) разработка мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- 6) выполнение топографической съемки территорий, имеющих высокую степень застроенности.

Воздушное лазерное сканирование - современный на сегодняшний день метод сбора геопространственной информации о местности. Суть метода лазерного сканирования заключается в измерении множества точек, принадлежащих земной поверхности и объектам, расположенных на ней, с помощью лазерного сканера, установленного на борту движущегося воздушного судна. Пространственная ориентация комплекса во время аэросъемочных работ осуществляется методом прямого геопозиционирования, принцип которого основан на определении положения и ориентации воздушного судна и лидара, установленного на нем, в режиме реального времени с помощью GNSS-приемников (GPS и ГЛОНАСС) и инерциальной навигационной системы. Одновременно с воздушным лазерным сканированием производится цифровая аэрофотосъемка. Результатом воздушного лазерного сканирования является трехмерная точечная модель земной поверхности в заданной системе координат и набор цифровых аэрофотоснимков с известными элементами внешнего ориентирования.

Геоинформационная система (ГИС) - это информационно-справочная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. ГИС дает возможность интегрировать проектные и картографические данные из множества источников или с различных серверов, а также легко и быстро распространять карты и картографическую информацию, формировать информационные объекты карты в зависимости от необходимости, использовать разные слои карты и т.д.

ГИС представляет собой высокофункциональную, удобную и гибкую систему, осуществляющую ввод, интеграцию, анализ и распространение картографических данных.

Лабораторная работа №1. Обработка данных наземного лазерного сканирования.

Обработка данных наземного лазерного сканирования

4 мин. чтения

Наземные лазерные сканеры часто используются для трехмерной съемки крупных объектов, интерьеров и сложных конструкций. В Metashape Professional (начиная с версии 1.7) реализована интеграция данных наземного лазерного сканирования в фотограмметрическую обработку.

Перед началом обработки необходимо преобразовать структурированные данные лазерного сканирования из необработанного формата сканера в форматы, поддерживаемые Metashape (E57 или PTS), для совместной обработки данных наземного лазерного сканирования и снимков.

Для сопоставления информации с данных лазерного сканирования и цифровыми снимками, обработанными в одном проекте, Metashape использует сферические панорамы, снятые лазерным сканером, или карту интенсивности, если сканер не сохраняет сферические панорамы. Ниже вы можете увидеть пример данных лазерного сканирования, импортированных в Metashape в формате E57:

Фотограмметрические карты глубины объединяются с информацией о глубине с лазерного сканера в процессе создания плотного облака или полигональной модели (если источником данных для них указаны карты глубины). Metashape поддерживает следующие форматы импорта данных лазерного сканирования:

ASTM E57;

PTX.

При сборе данных для этого руководства был использован дрон и инструмент автоматического планирования полета в Metashape для съемки наружной части здания.

Лазерное сканирование использовалось в основном для внутренней съемки, хотя несколько сканов было выполнено в режиме сегментного сканирования для наружной части. Лазерное сканирование очень удобно при реконструкции интерьера для получения дополнительной информации.

Вид отснятого здания (церковь XIX века, к сожалению, в плохом состоянии) и траектории полета дрона можно увидеть на скриншотах ниже:

Перед запуском процесса обработки необходимо преобразовать данные лазерного сканирования из форматов E57 или PTS в поддерживаемый в Metashape формат TIFF с помощью команды Импорт лазерных сканов.

Чтобы импортировать данные лазерного сканирования:

1. Выберите команду Файл > Импорт > Импорт лазерных сканов. В диалоговом окне выберите файл с данными облака точек.

2. Укажите папку, в которой будут сохранены предварительно обработанные лазерные сканы (их можно повторно использовать в новом проекте без необходимости повторной предварительной обработки).

3. Нажмите кнопку ОК, чтобы добавить данные в активный блок.

Тип камеры Сферическая в окне Калибровка камеры будет установлен автоматически для всех групп, связанных с данными наземного лазерного сканера.

Импортированные данные лазерного сканирования выглядят следующим образом:

s1ntnmiymhdzzw oh8vvempdkr3hhopdkq

После загрузки данных с лазерного сканера добавьте общие снимки с цифровой камеры для той же сцены через меню Обработка > Добавить снимки.

Metashape использует алгоритм сопоставления снимков, используемый во время фотограмметрической обработки, для совмещения цифровых снимков и лазерных сканов в одном блоке.

0fse3 2cr5ycd vx y wtrsr1keq20zpsg

На приведенном выше снимке экрана показаны положения лазерного сканера и результаты реконструкции поверхности в окне просмотра Модель

В этом проекте использовались данные аэрофотосъемки объектов снаружи и данные лазерного сканирования интерьера здания. Дополнительно были добавлены снимки интерьера с портативной камеры, так как лазерного сканирования недостаточно для расчета соответствия между наборами внутренней и внешней части здания из-за того, что они не перекрываются.

В обработку включены наземные снимки (с портативной цифровой камеры) объектов, которые видны как снаружи, так и изнутри. Например, были сделаны снимки дверных и оконных проемов при перемещении снаружи во внутреннюю часть здания, что обеспечило перекрытие внешней и внутренней части здания.

После того, как все снимки и данные лазерного сканирования были загружены в проект, была использована стандартная операция для Построения модели. Этап Выровнять снимки позволяет найти соответствующие точки между цифровыми снимками и лазерными сканами. Связующие точки используются для расчета (с помощью триангуляции) положений всех камер и лазерных сканирований в одном и том же пространстве во время операции корректировки ошибок, которая рассчитывает положения с использованием всей доступной информации, такой как измерения, координаты центров снимков, наземные контрольные точки или масштабные линейки и т.д.

По завершении выравнивания можно запустить построение полигональной модели на основе плотных облаков или карт глубины, которые будут правильно использовать данные глубины лазерного сканирования и включать эту информацию в процесс реконструкции карт глубины цифровых снимков.

Если лазерные сканы имеют географическую привязку, но у снимков нет координат центров, попробуйте применить следующий алгоритм:

1. Импортируйте данные лазерного сканирования и снимки в один блок.
2. Отключите данные координат лазерных сканов на панели Привязка. Нажмите кнопку Обновить привязку в инструментарии панели Привязка.
3. Запустите процесс выравнивания (меню Обработка > Выровнять снимки).
4. Примените данные внешнего ориентирования на панели Привязка к загруженным данным лазерного сканирования, используя следующий скрипт:

https://github.com/agisoft-llc/metashape-scripts/blob/master/src/quick_layout.py

Если в проекте также есть общие цифровые снимки, которые необходимо выравнивать, рекомендуется выравнивать данный набор первым, а затем загрузить данные лазерного сканирования в тот же блок и запустить упомянутый выше скрипт. Обратите внимание, что на выравнивание цифровых снимков должно происходить в той же системе координаты, что и данные лазерного сканирования, чтобы их правильно обработать вместе на следующих этапах.

Лабораторная работа №2. Построение 3D модели.

В инструкции ниже описан основной рабочий процесс построения 3D-модели объекта. Для получения качественных результатов рекомендуется заранее продумать процесс фотосъемки. Более подробные рекомендации вы можете найти в разделе Общие правила и советы для съемки. Рабочий процесс, описанный в этом руководстве, подходит для версий Professional и Standard.

Добавление снимков

Выравнивание снимков

Построение плотного облака

Построение модели

Построение текстуры

Экспорт модели

Загрузка данных

Добавление снимков

1. Чтобы загрузить снимки в проект, выберите команду **Добавить снимки** в меню **Обработка**.

2. В диалоговом окне **Добавить снимки** найдите исходную папку и выберите файлы для обработки.

Рекомендуется наложить маски на все неактуальные элементы на исходных снимках (фон, случайные объекты, передний план и т.д.). Подробные инструкции по наложению масок можно найти в разделе **Маски**.

Выравнивание снимков

На этом этапе **Metashape** рассчитывает положение камеры для каждого снимка и строит разреженное облако точек.

1. Выберите команду **Выровнять снимки** в меню **Обработка**.

2. Установите следующие рекомендуемые значения параметров в открывшемся диалоговом окне:

Выровнять снимки

Основные

Точность: Высокая

☒ Общая преселекция

☐ Преселекция по привязке Исходные значения

☐ Сбросить текущее выравнивание

Дополнительно

Макс. количество точек: 40,000

Макс. количество проекций: 10,000

Применить маски: Отключено

☐ Подавлять неподвижные связующие точки

☐ Локальное отождествление снимков

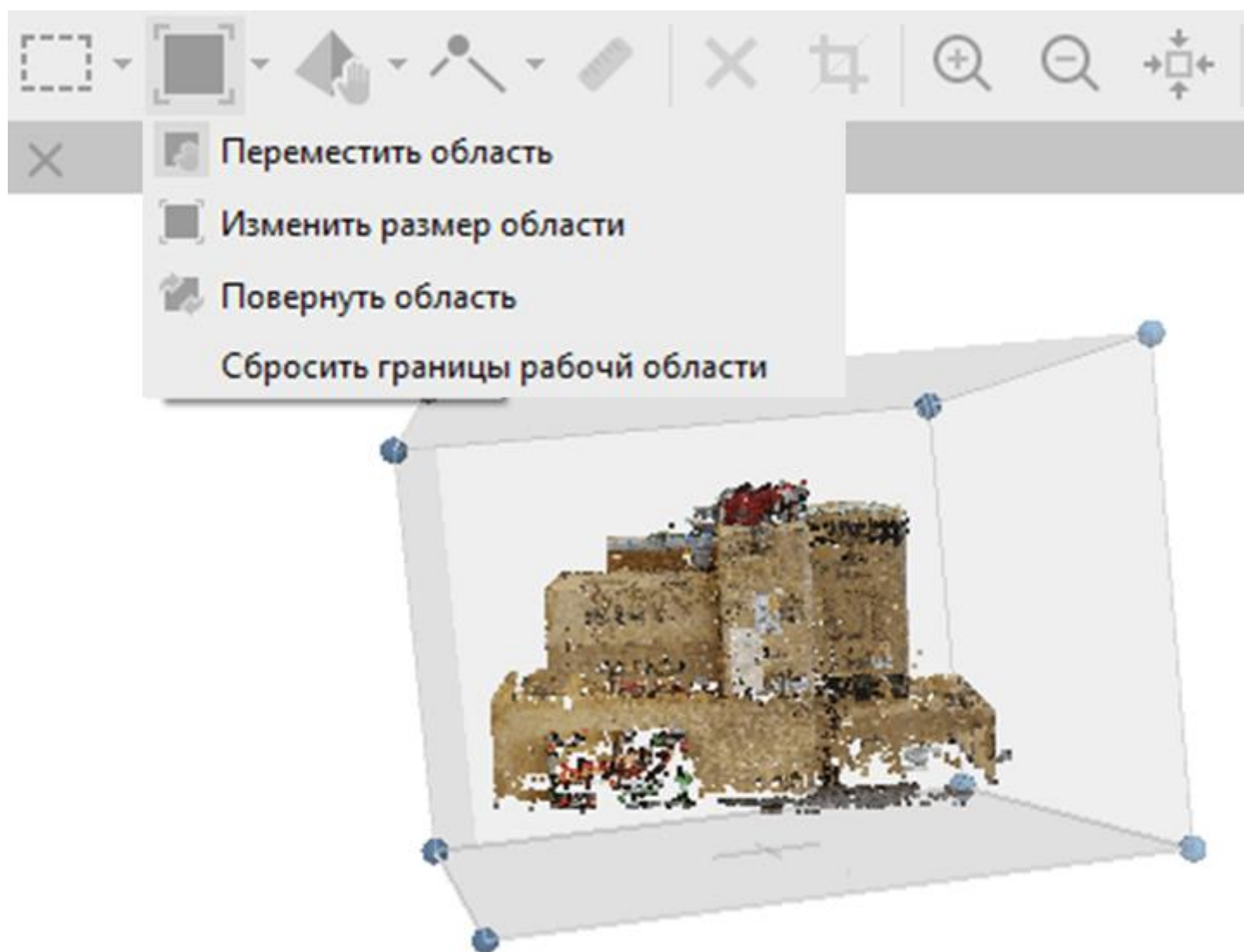
☐ Адаптивное уточнение модели камеры

ОК Отмена

- если у вас большое количество снимков (более 100), рекомендуется включить опцию *Общая преселекция*, чтобы уменьшить время обработки;
- не рекомендуется использовать параметры «*Локальное отождествление снимков*» и «*Адаптивное уточнение модели камеры*»;
- *Макс. количество точек* — рекомендуемый диапазон от 20 000 до 100 000;
- *Макс. количество проекций* — рекомендуемый диапазон от 2 000 до 40 000.

3. Нажмите кнопку *ОК*, чтобы начать выравнивание снимков.

После завершения выравнивания измените положение и ориентацию рамки области построения, чтобы она соответствовали желаемому объему для построения:

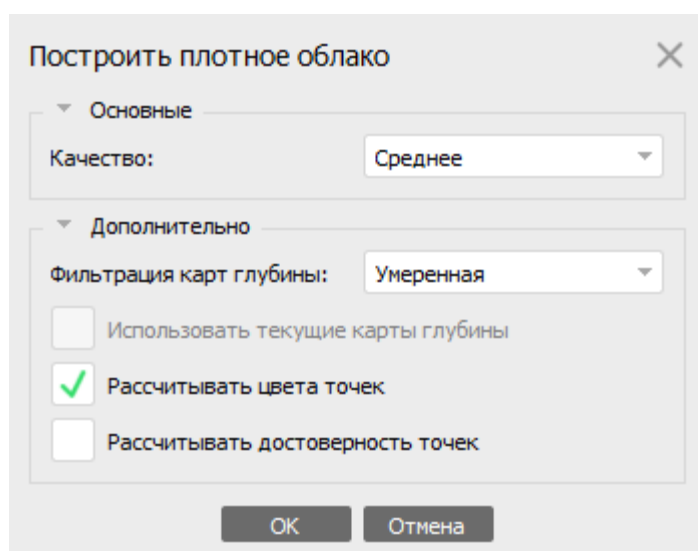


Этот шаг необязательный, так как Metashape автоматически вычисляет размеры, ориентацию и местоположение ограничивающей рамки. Но рекомендуется проверить, не требуется ли какая-либо коррекция рамки, потому что дальнейшие этапы построения касаются данных только рамки. Область построения можно корректировать с помощью инструментов *Изменить размер области*, *Переместить область* и *Повернуть область*.

Построение плотного облака

На основе вычисленных положений камеры программа вычисляет информацию о глубине для каждой камеры, которая будет собрана в единое плотное облако точек.

1. Выберите команду *Построить плотное облако* в меню *Обработка*. Установите следующие рекомендуемые значения для параметров в диалоговом окне:



Рекомендуется использовать *Среднее* качество. *Высокое* и *Очень высокое* качества занимают довольно много времени и требуют больше вычислительных ресурсов, но при этом позволяют получить более детальные результаты. Если геометрия сцены реконструкции сложная, с многочисленными мелкими деталями на переднем плане, то рекомендуется установить *Фильтрацию карт глубины* — *Мягкая*, чтобы не были удалены важные детали.

2. Нажмите кнопку *ОК*.



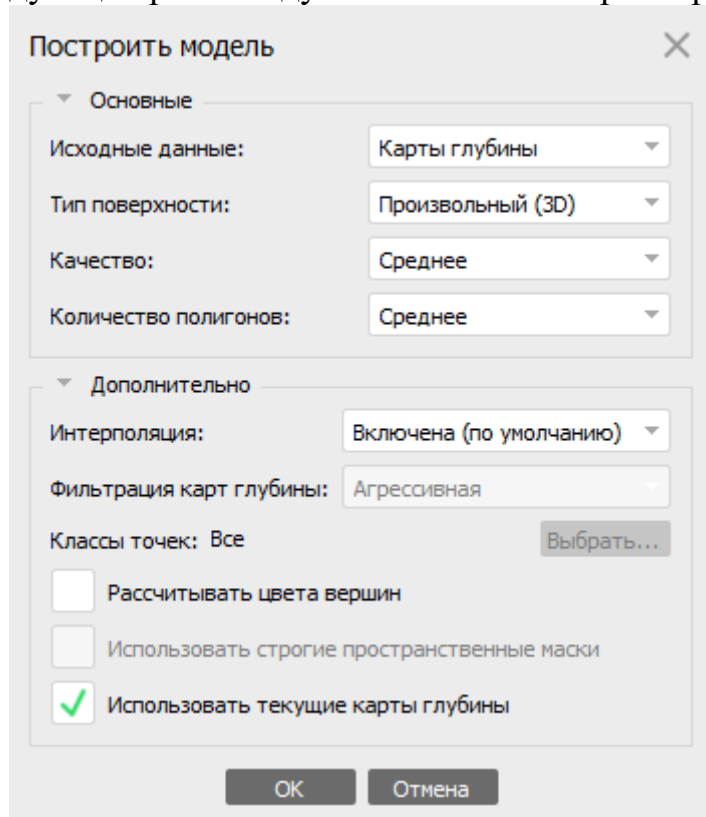
Точки из плотного облака можно удалить с помощью инструмента *Выделение* и инструментов *Удалить* / *Обрезать*, расположенных на основной панели инструментов.

Построение модели

После плотного облака точек можно поострить полигональную модель на основе данных плотного облака или данных карт глубины. Второй подход поддерживает GPU-ускорение и чаще всего дает лучшие результаты при том же

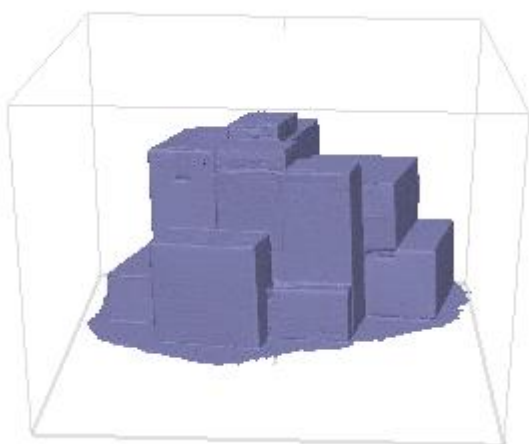
качестве карт глубины для объектов и сцен с большим количеством мелких деталей.

1. Выберите команду *Построить модель* в меню *Обработка*. Установите следующие рекомендуемые значения параметров в диалоговом окне:



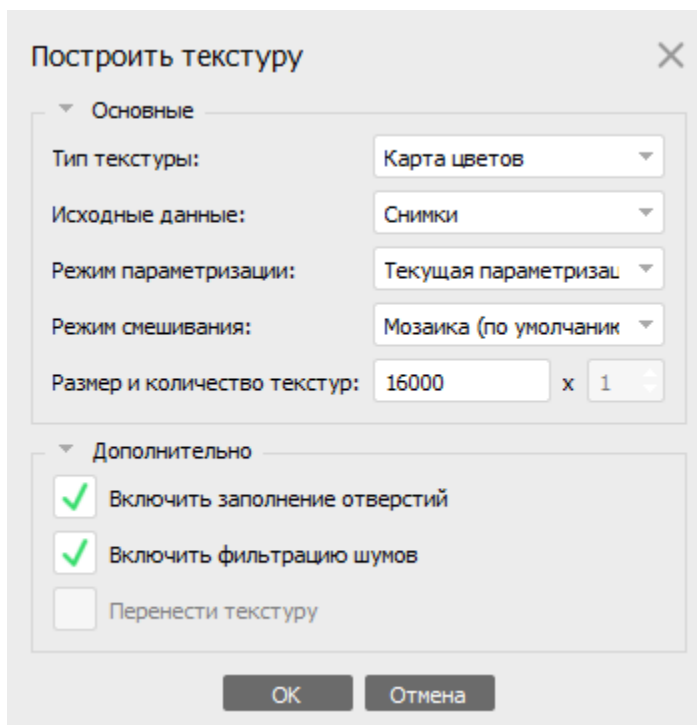
Если карты глубины были построены и сохранены в проекте на предыдущем этапе, то рекомендуется активировать параметр «*Использовать текущие карты глубины*».

2. Нажмите кнопку *OK*, чтобы начать построение модели.



Построение текстуры

1. Выберите команду *Построить текстуру* в меню *Обработка*. Установите следующие рекомендуемые значения параметров в диалоговом окне:

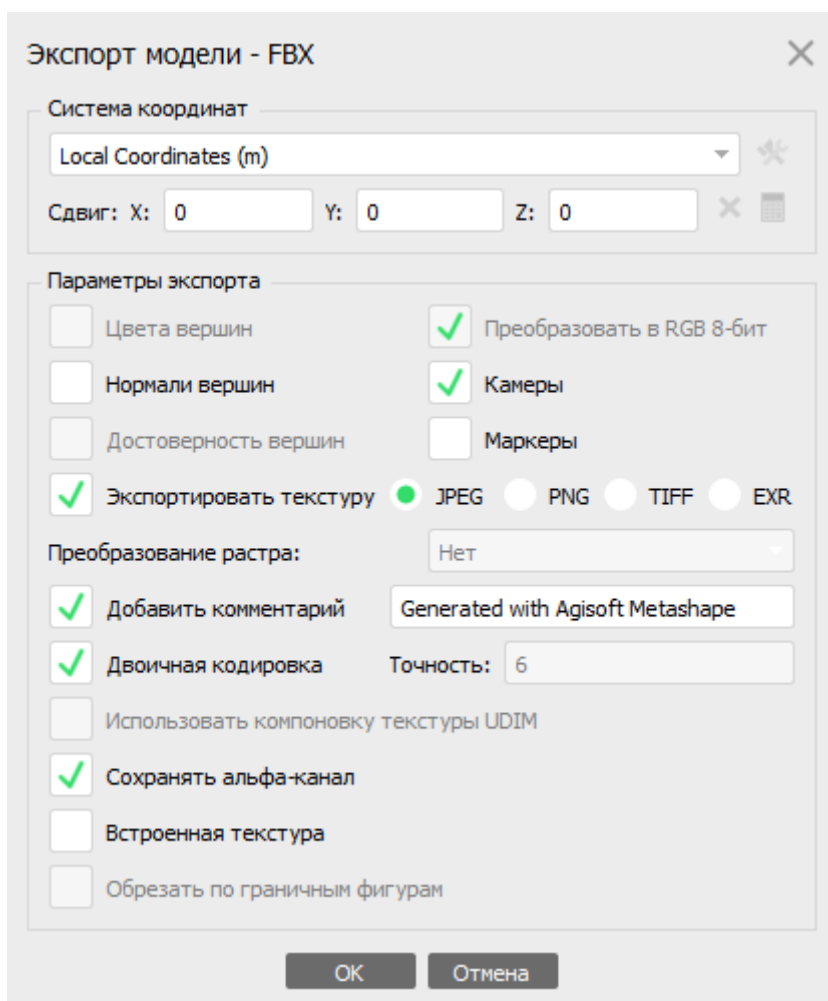


2. Нажмите кнопку *OK*, чтобы начать построение текстуры.



Размер текстурного атласа должен быть в диапазоне 4096 — 16 384 пикселей.
Экспорт модели

1. Если модель необходимо сохранить модель в отдельный файл, выберите *Файл > Экспорт > Экспорт модели*.
2. В диалоговом окне *Экспорт модели* выберите необходимые параметры:



3. Нажмите кнопку *OK*.

В диалоговом окне *Экспорт модели* укажите желаемые параметры экспорта. Обратите внимание, что список доступных параметров экспорта зависит от выбранного формата файла. В примере выбран формат *.fbx

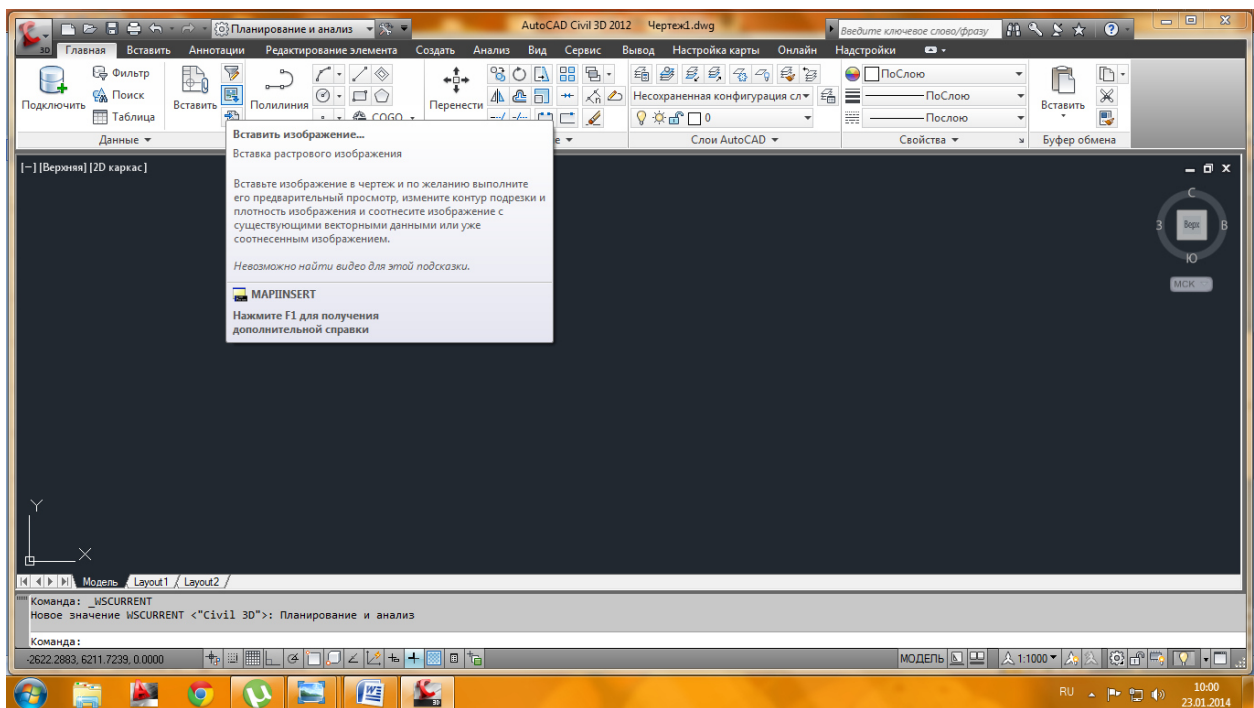
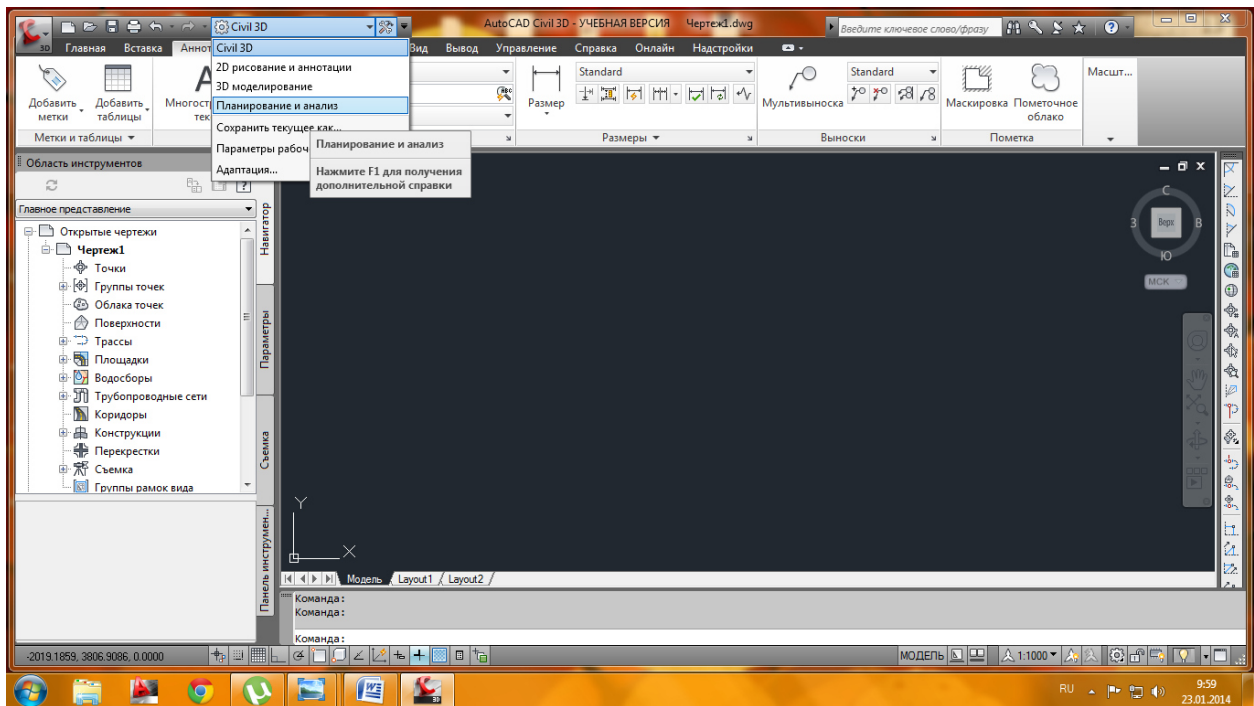
Загрузка данных

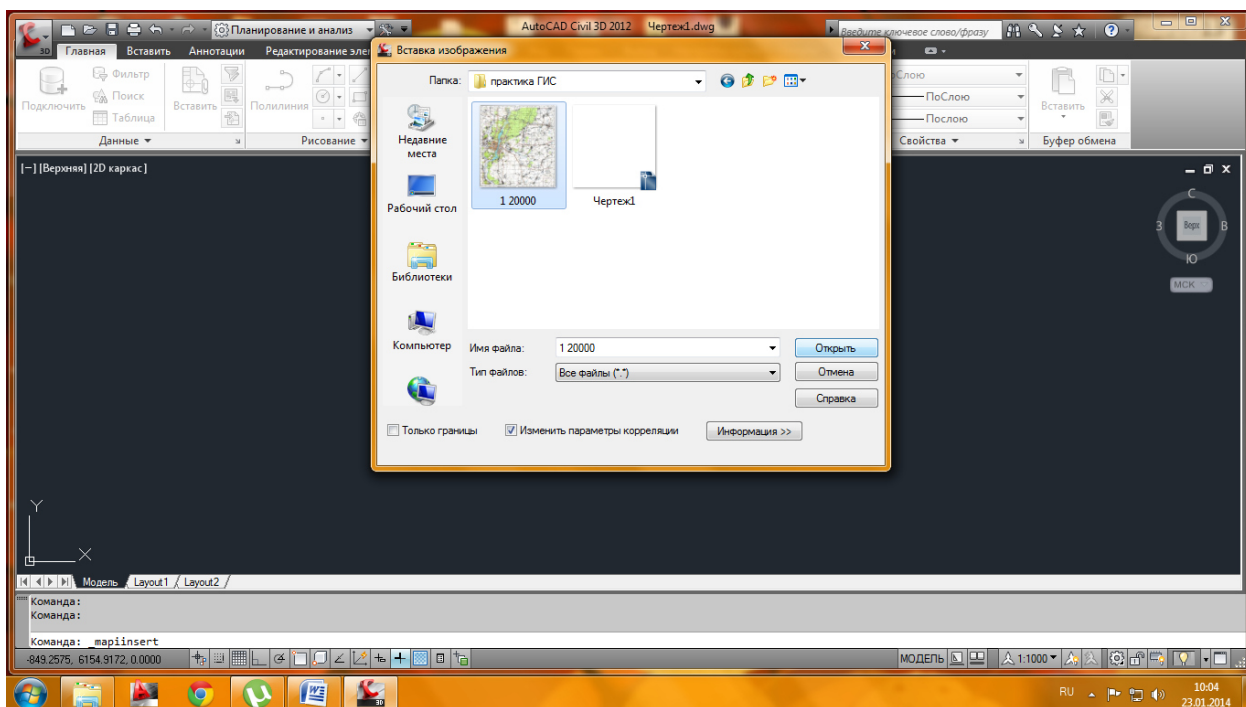
Metashape поддерживает прямую загрузку построенных моделей (плотное облако точек, текстурированная полигональная модель) на различные онлайн-платформы: [4DMapper](#), [PointBox](#), [Pointscene](#), [Sketchfab](#).

Чтобы опубликовать свою модель в Интернете, используйте меню *Файл > Загрузка данных*.

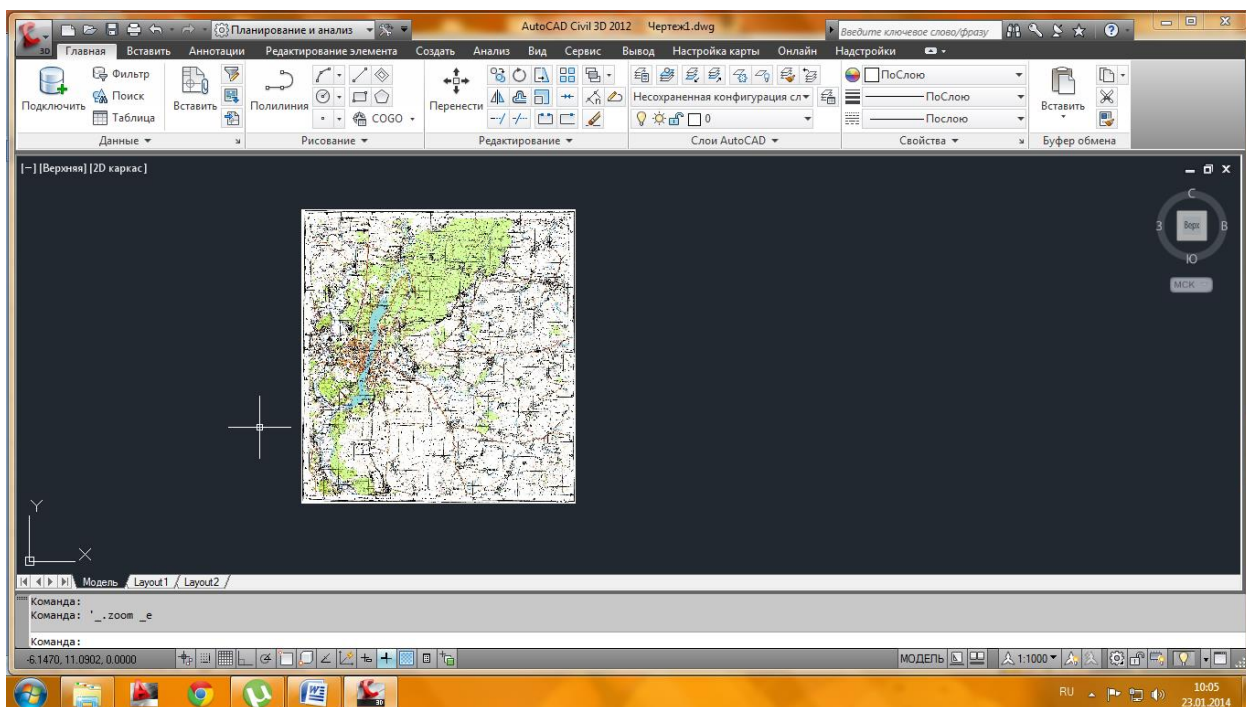
Лабораторная работа №3. Подготовка проекта в CAD-системах.

1. Сканирование бумажного носителя – получение растрового изображения.
2. Чистка раstra, калибровка (устранение геометрических искажений). Спец программы – Spotlight, Easy Trase, Raster Desine.
3. Регистрация раstra (привязка в рабочей системе координат)

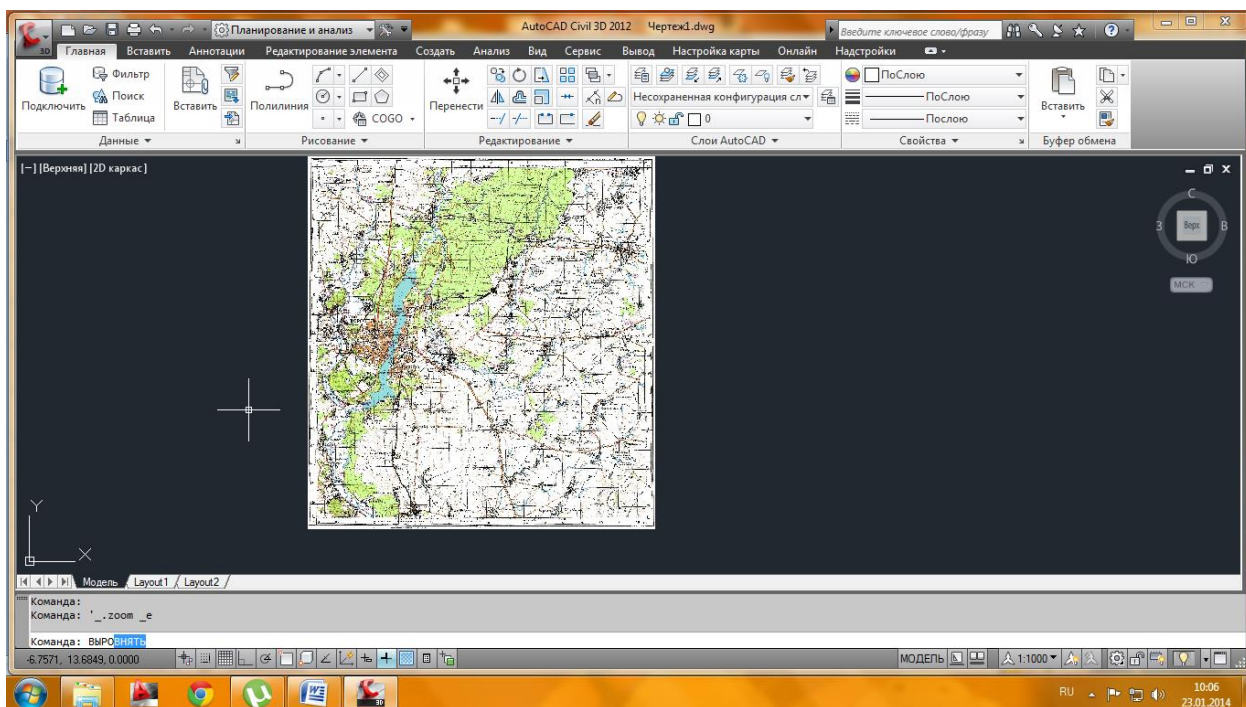




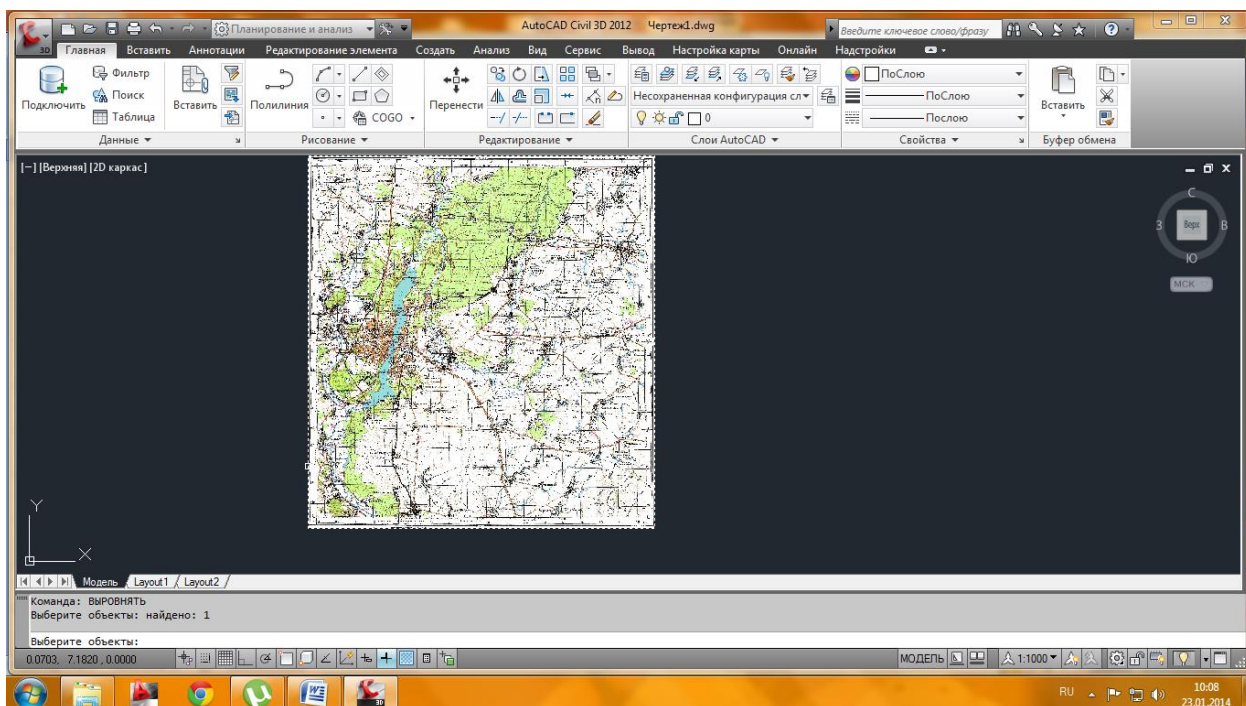
Указать путь хранения растрового файла и указать масштаб и точку вставки в чертеж.



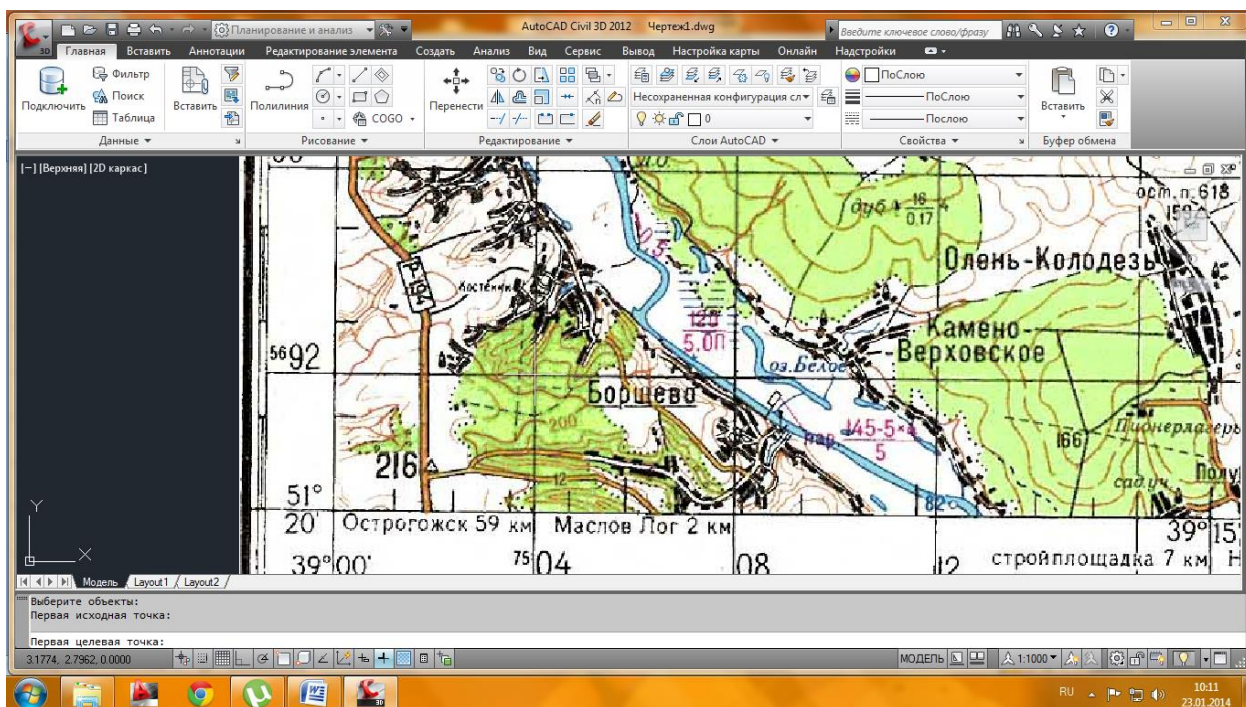
Ввести команду «выровнять»



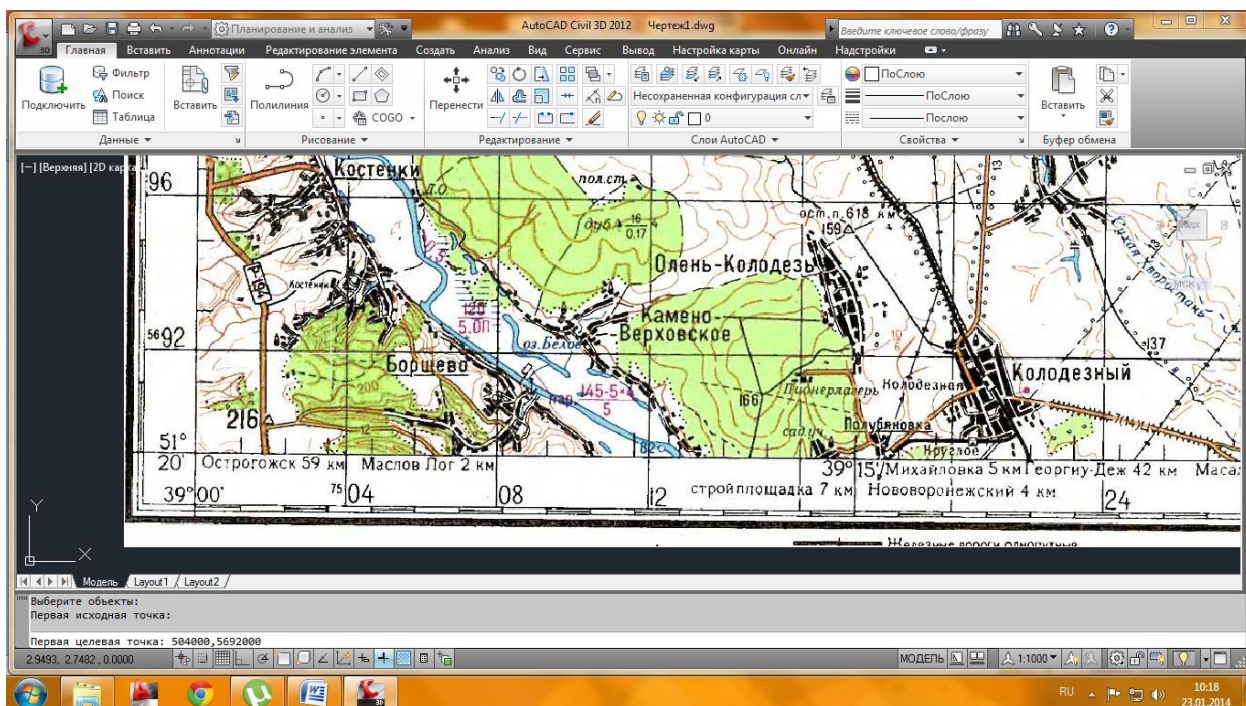
Выбрать растр в чертеже за рамку.



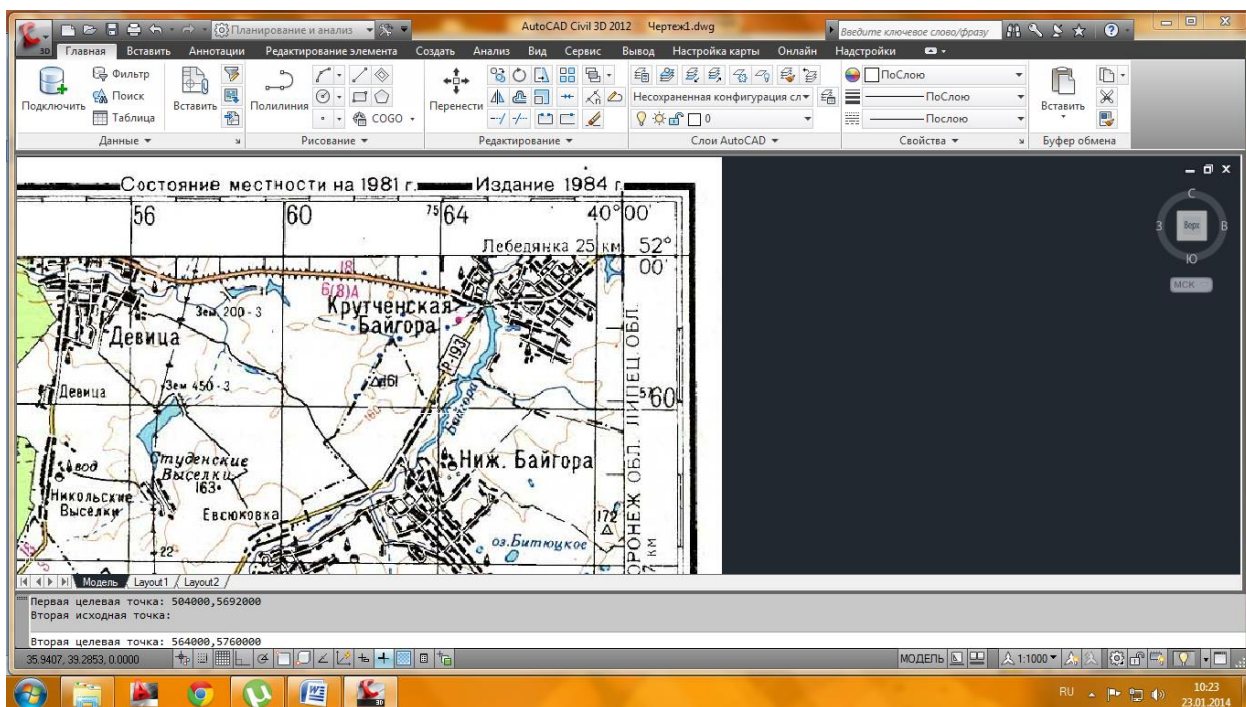
Указать в качестве первой исходно точки перекрестье левого нижнего квадрата сетки.



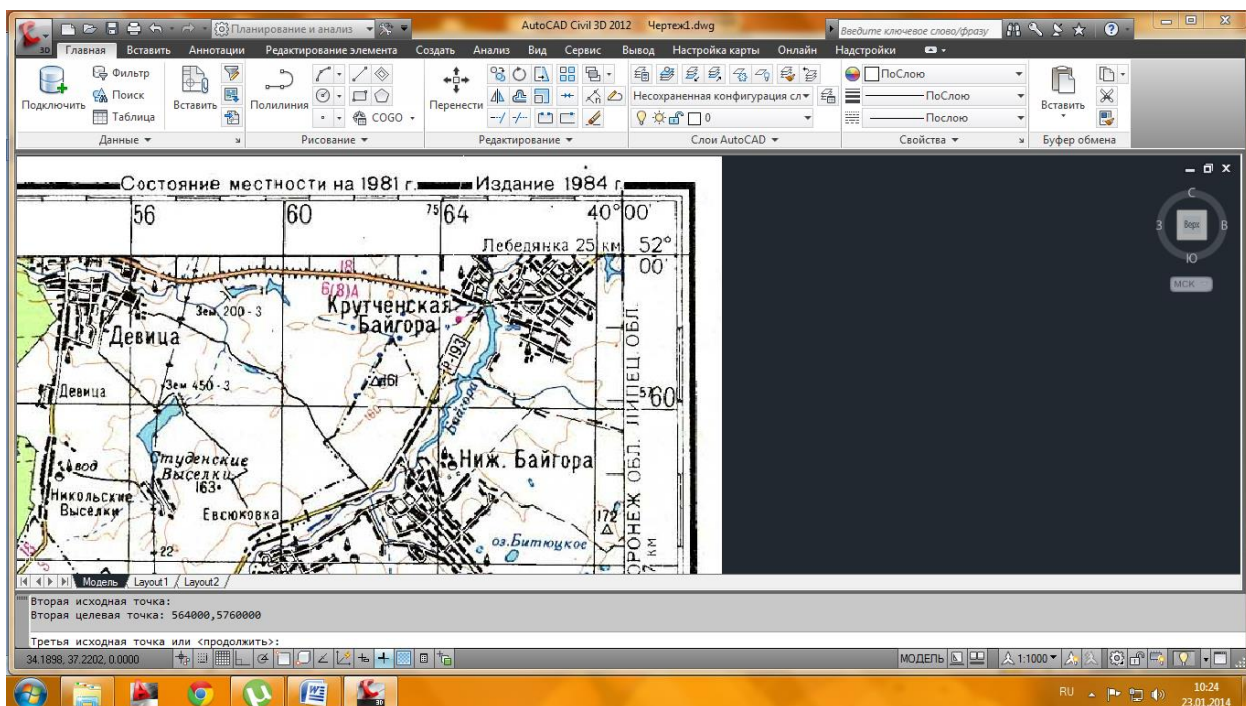
А в качестве первой целевой точки ввести в командную строку ее координаты.



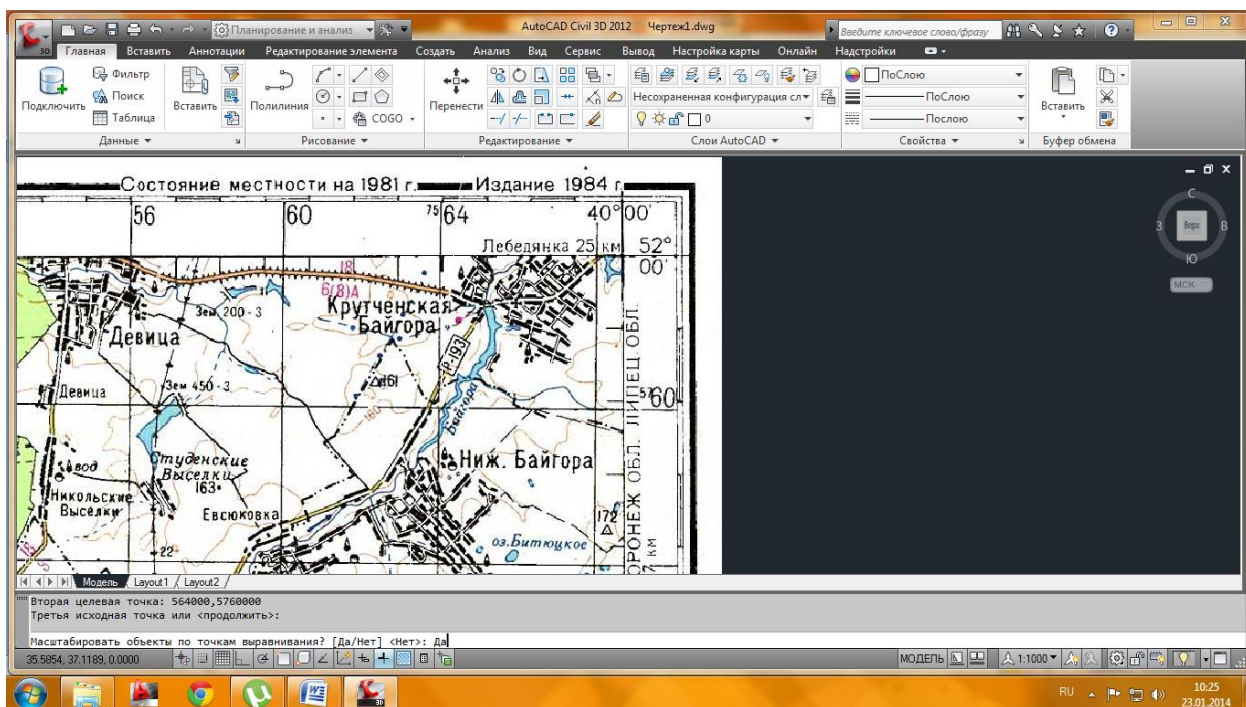
Так же указываются координаты правого верхнего квадрата.



На запрос «третья исходная точка» ответить «продолжить»



На запрос «масштабировать объекты» ответить Да.

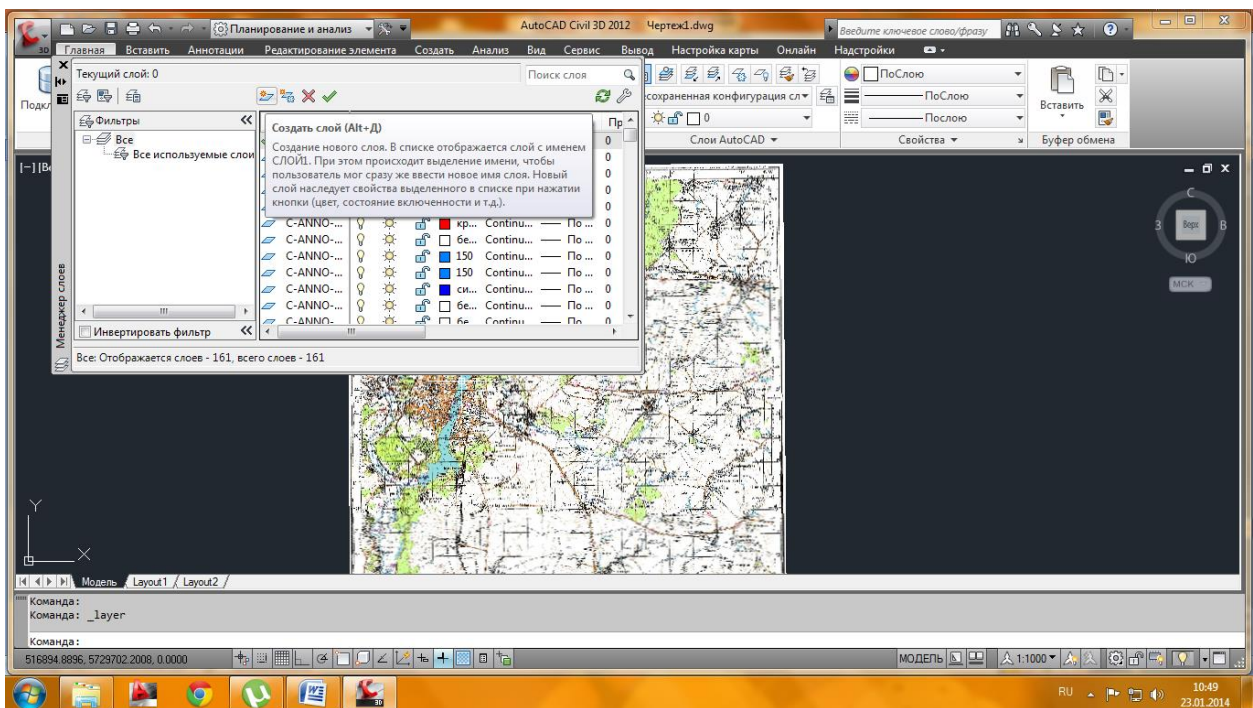
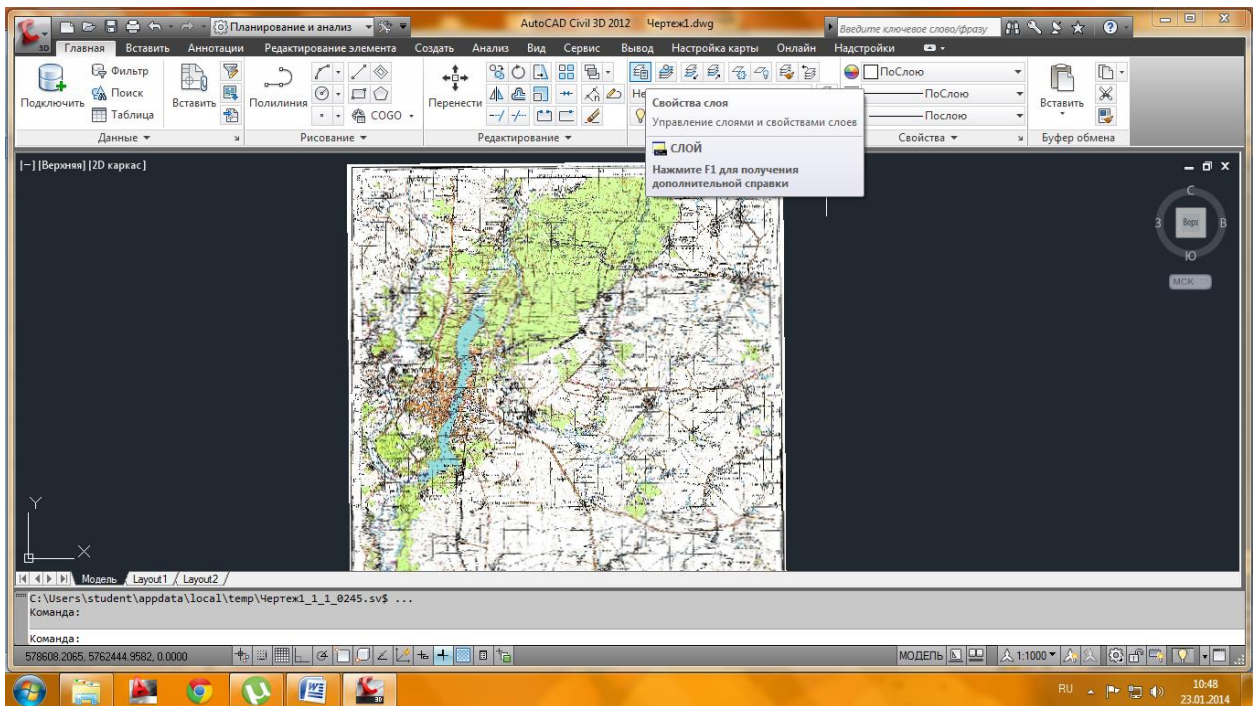


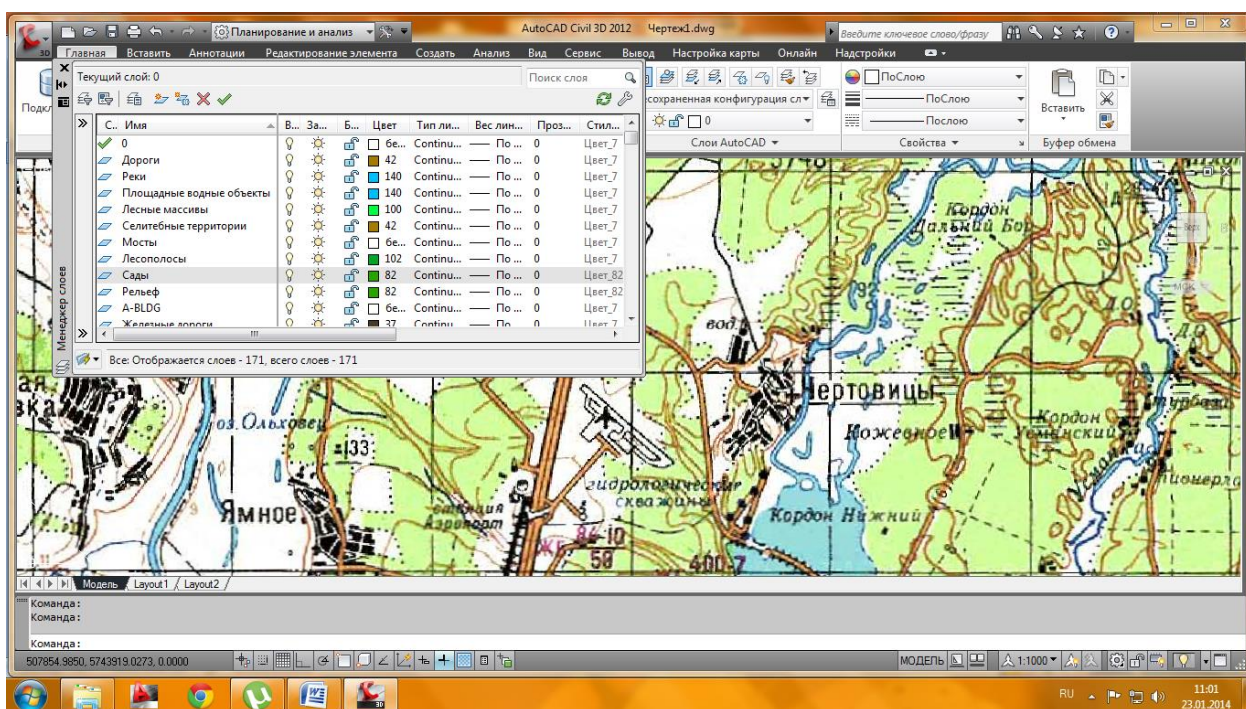
Чтобы найти растр, сделать двойной щелчок колесом мыши.

Растр привязан. Теперь все, что мы по нему будем обводить, будет находиться на своих реальных координатах и иметь реальные размеры. Соответственно можно будет измерять расстояния, вычислять площади и объемы. Процедура отрисовки объектов по растру называется «Сколкой» или «Векторизацией».

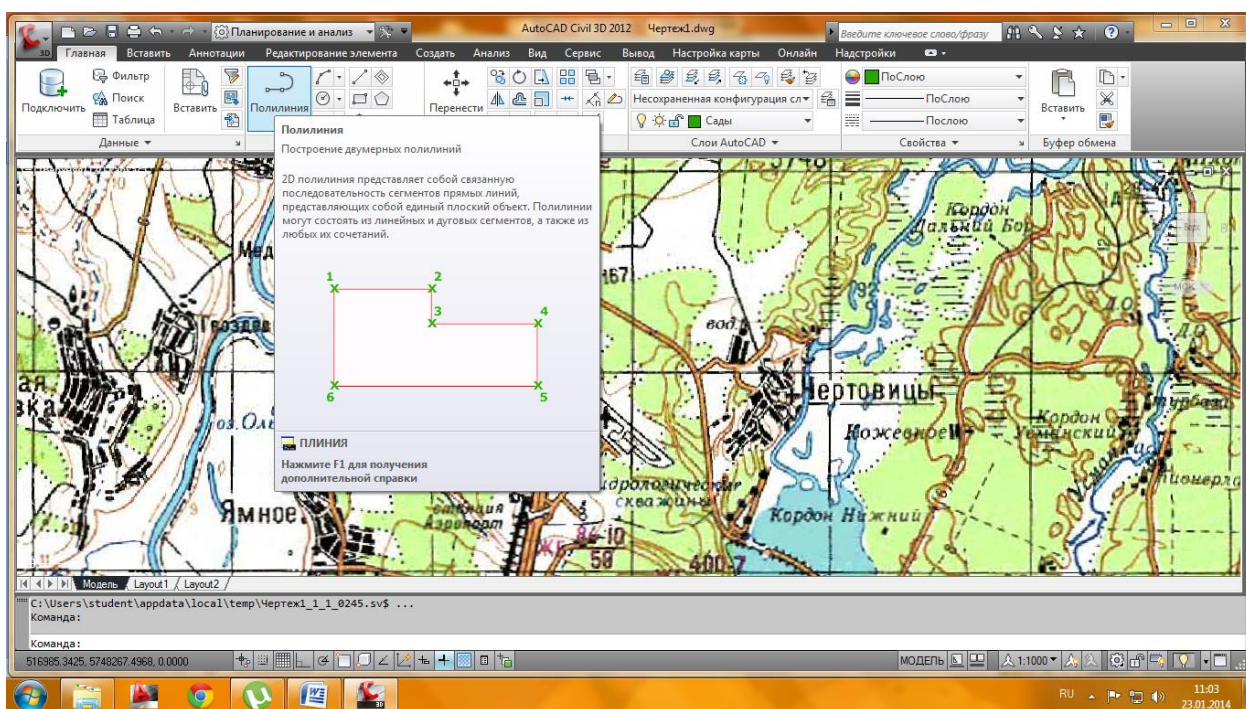
Для обеспечения удобства работы и добавления данных объекты должны быть классифицированы. В автокаде такая классификация может быть достигнута при разделении объектов по слоям. Структура слоев должна быть продумана заранее.

Приступим к созданию слоев.





Затем, делая активным нужный слой, и запуская команду соответствующего примитива автокад, обводим растр.



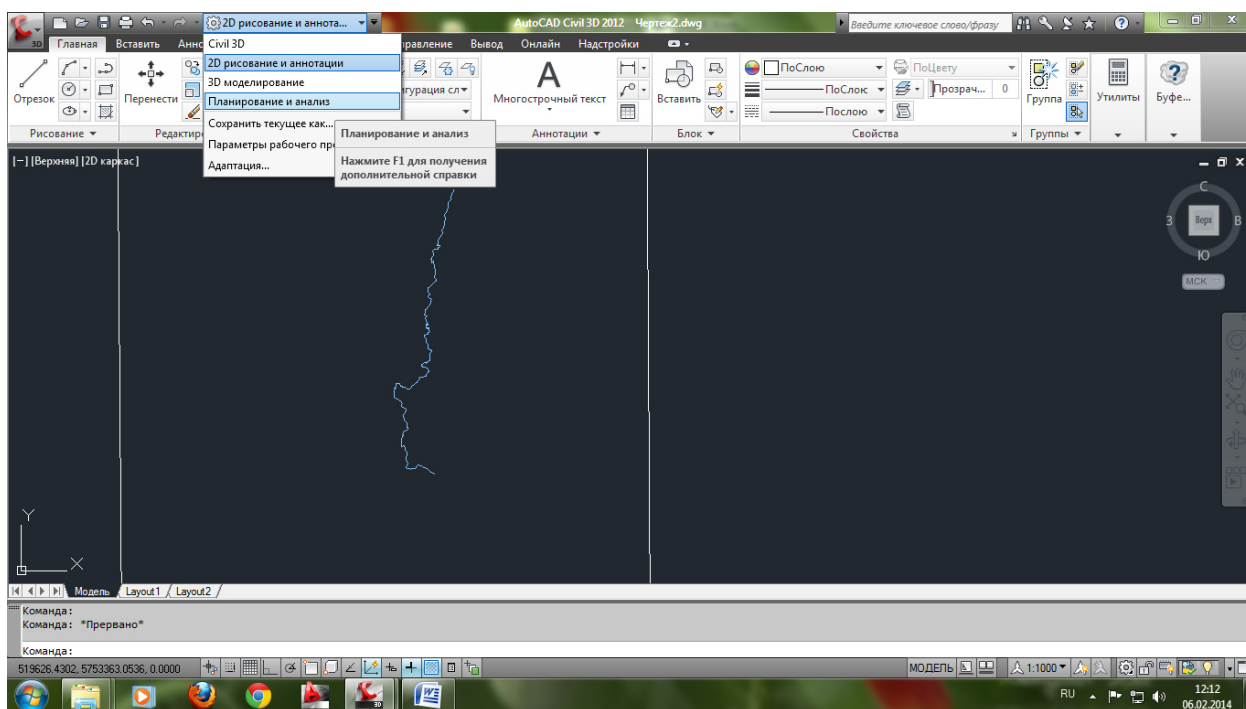
Лабораторная работа №4. Классификация объектов.

Необходимо продумать структуру данных объектов, в том числе и атрибутов для них.

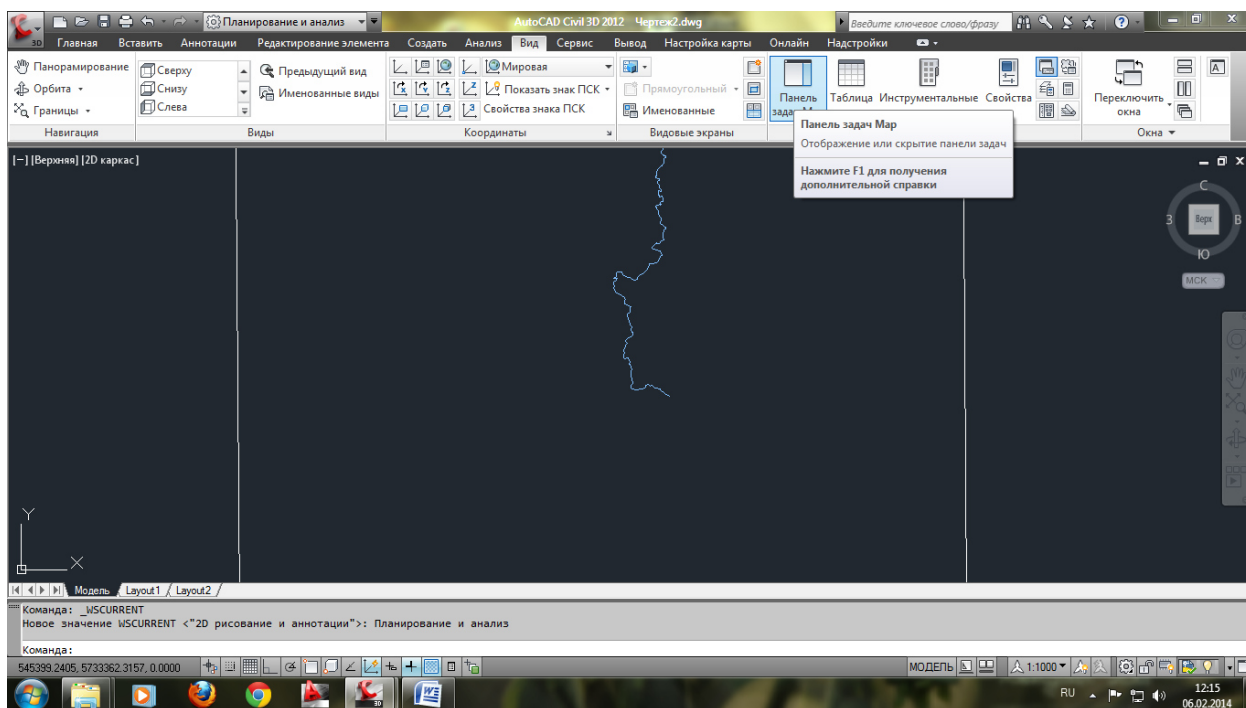
Например:

имя	Тип объекта	Атрибут1	Тип атрибута	Атрибут2	тип	Атрибут3	тип		
Реки	Полилиния	название	текстовый	дебет	целый	длина			
Площадь Водн объекты	Замкнутая полилиния	название	текстовый	глубина	целый	площадь			
Дороги	полилиния	категория	целый	Кол-во полос	целый	длина			
Ж-д пути	-	-	-	-	-	-			
Селитебные территории	Замкнутая полилиния	название	текстовый	население	целый	площадь			
Лесные массивы	Замкнутая полилиния	Тип земель	текстовый	Тип насаждений	текстовый	площадь			
Сады	-	владелец	текст	культура	текст	площадь			
Лесополосы	полилиния	Тип насаждений	текст	Дата посадки	целый	длина			
Линии электропередач	полилиния	вольтаж	целое	владелец	целое	длина			
Рельеф	полилиния	отметка	целое						

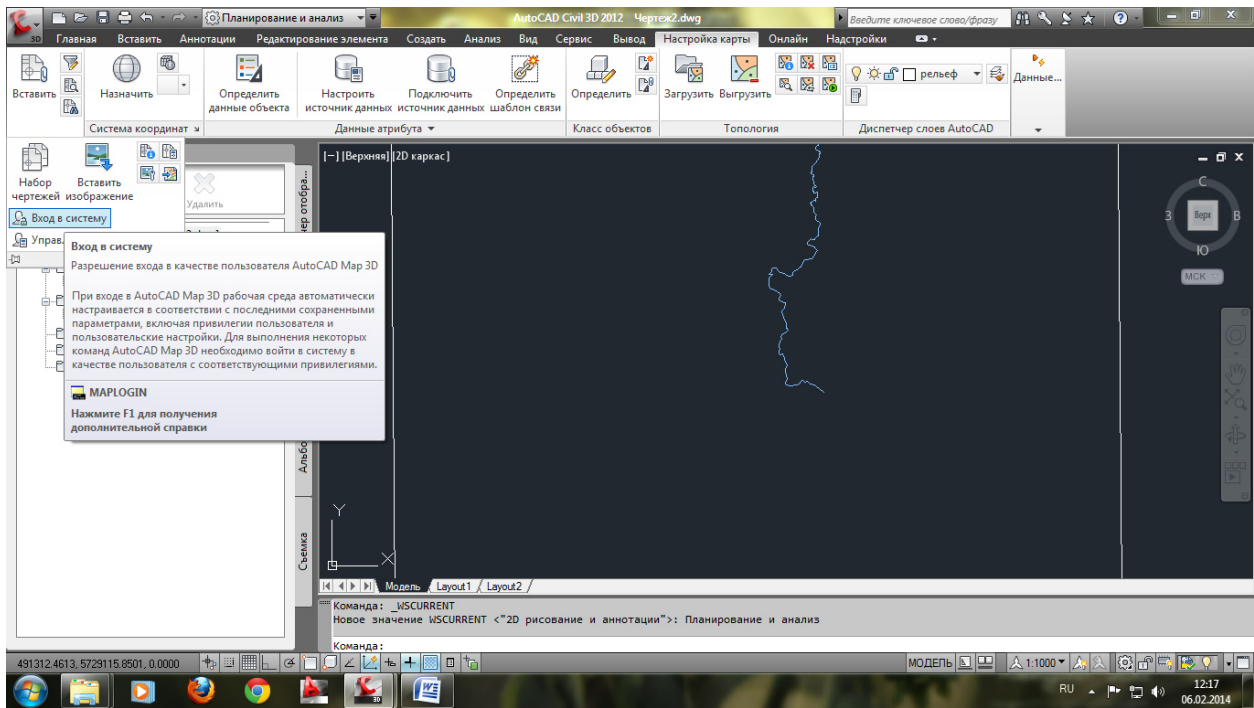
Запускается рабочее пространство планирование и анализ.



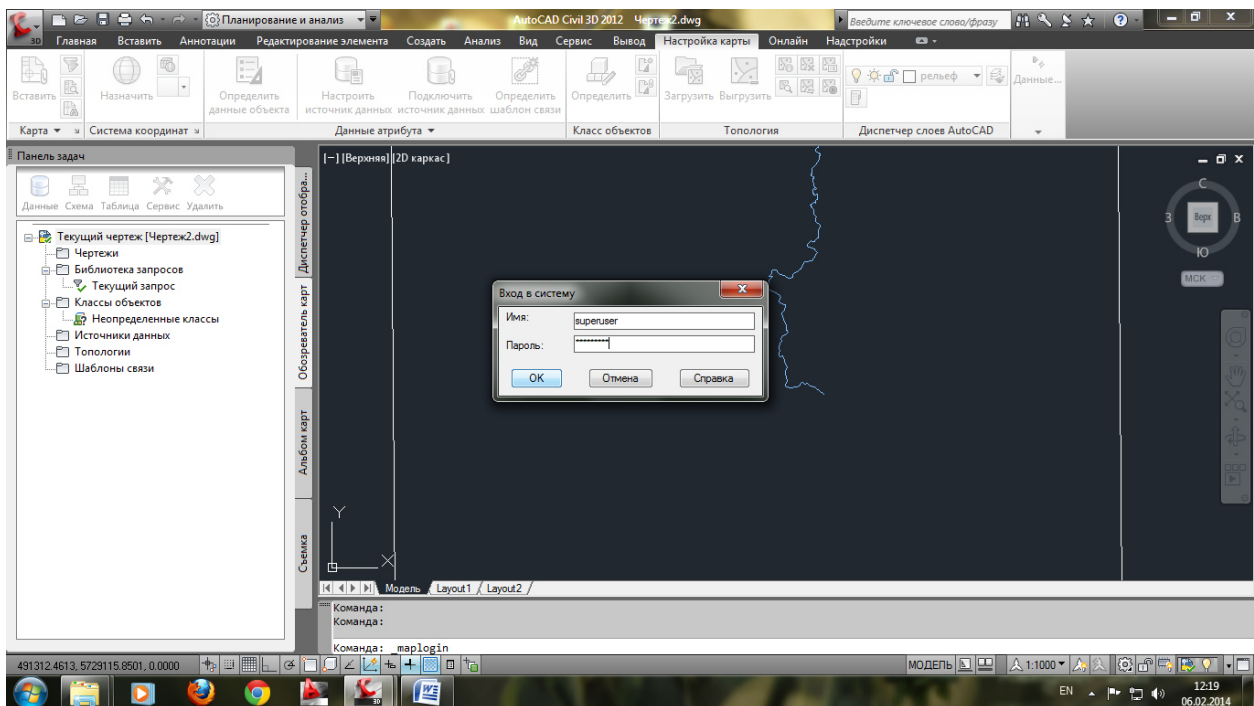
Включить панель задач map.



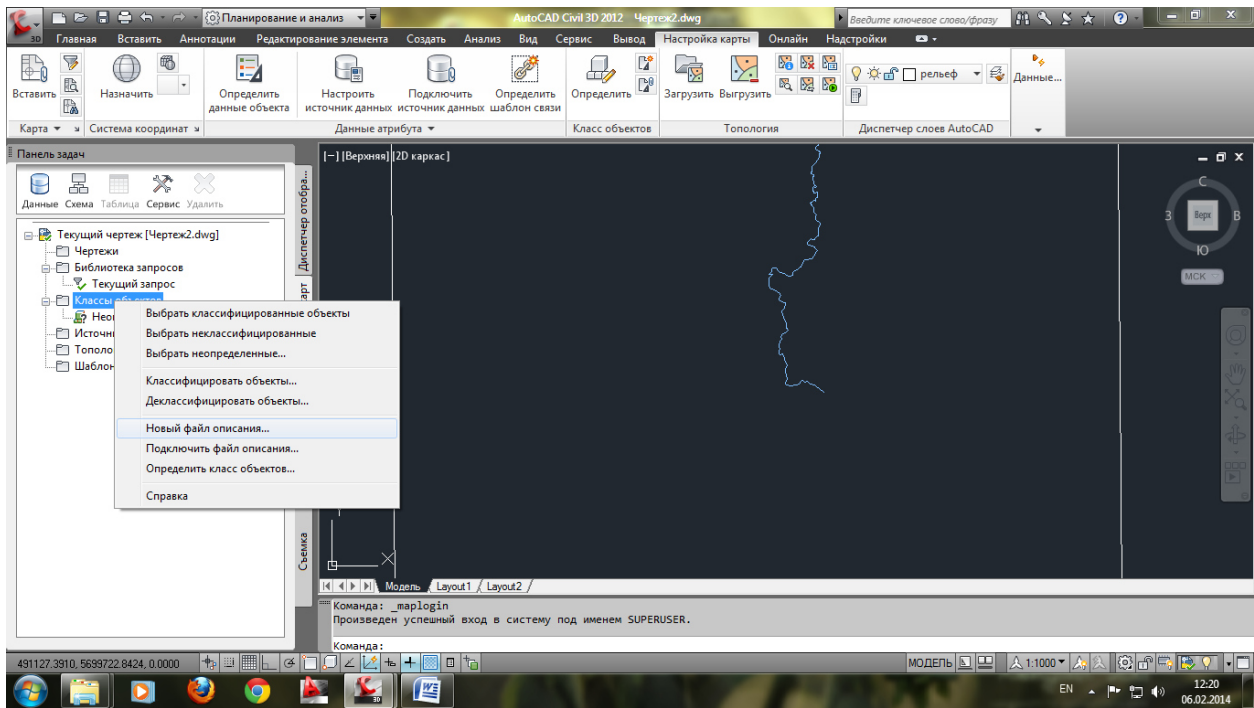
Затем необходимо войти в систему с правами редактирования.



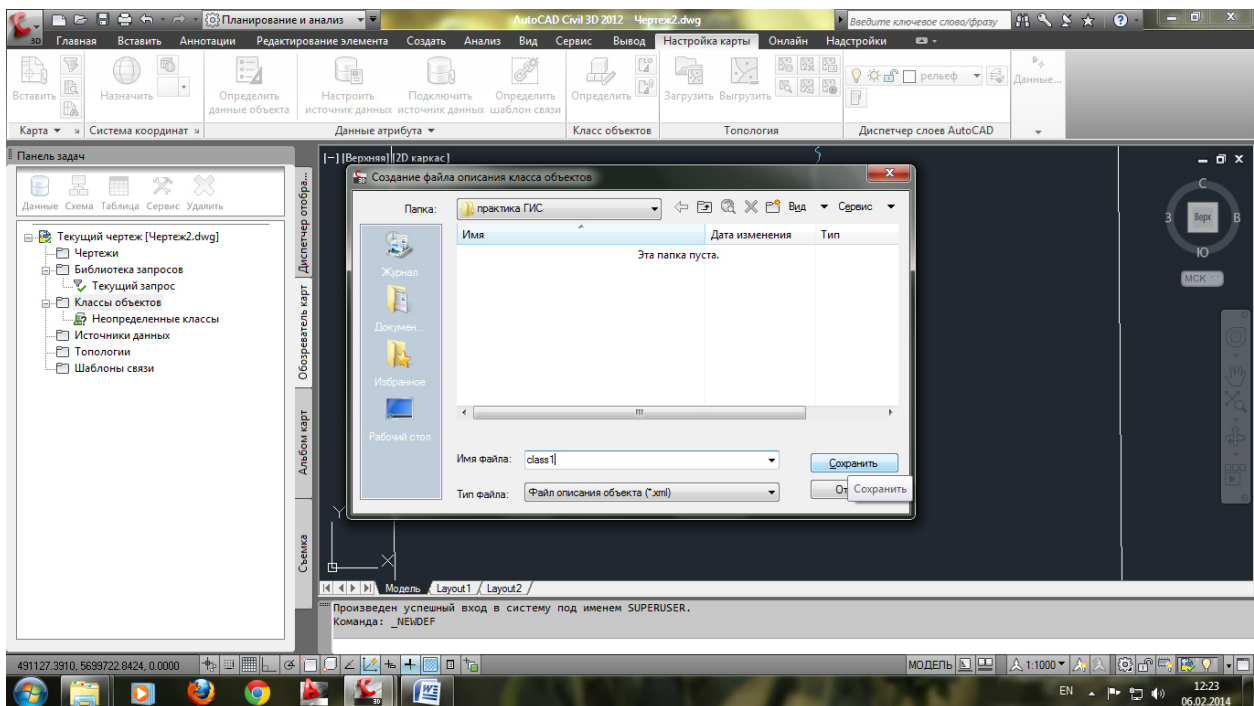
Ввести имя **supruser** и пароль **SUPERUSER**.



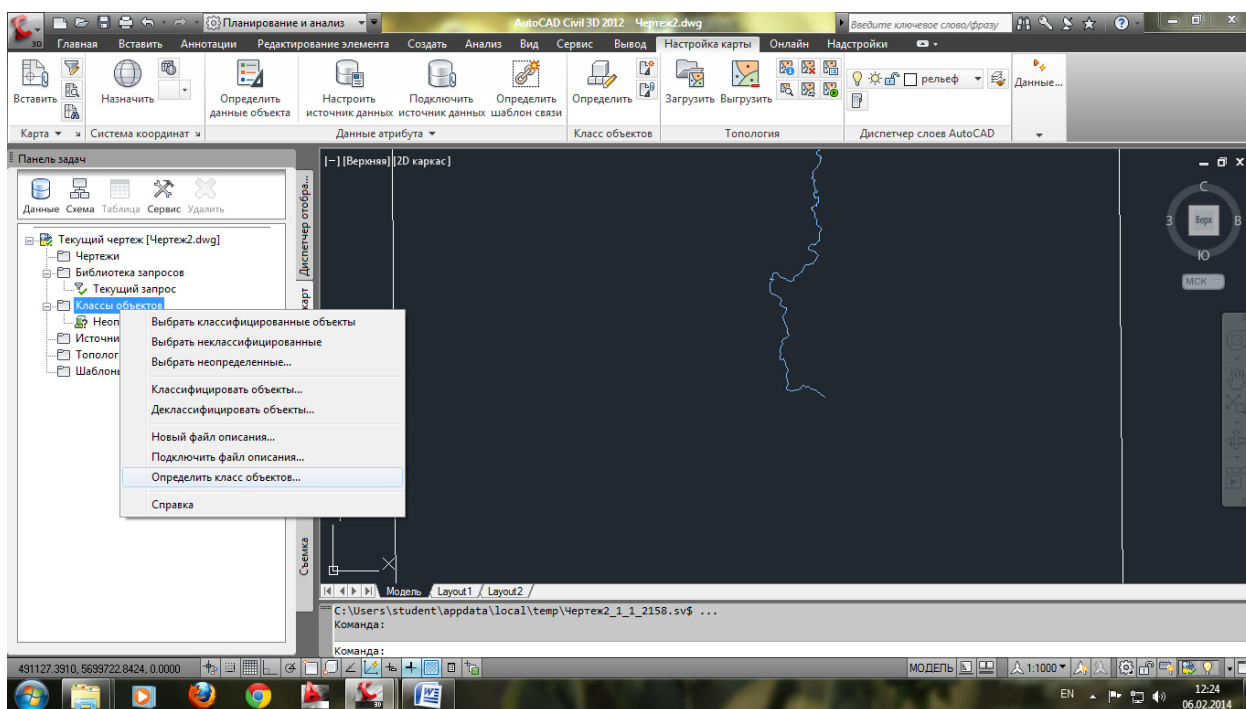
В обозревателе карт правой клавишей щелкнуть на классах объектов и выбрать «новый файл классификации»



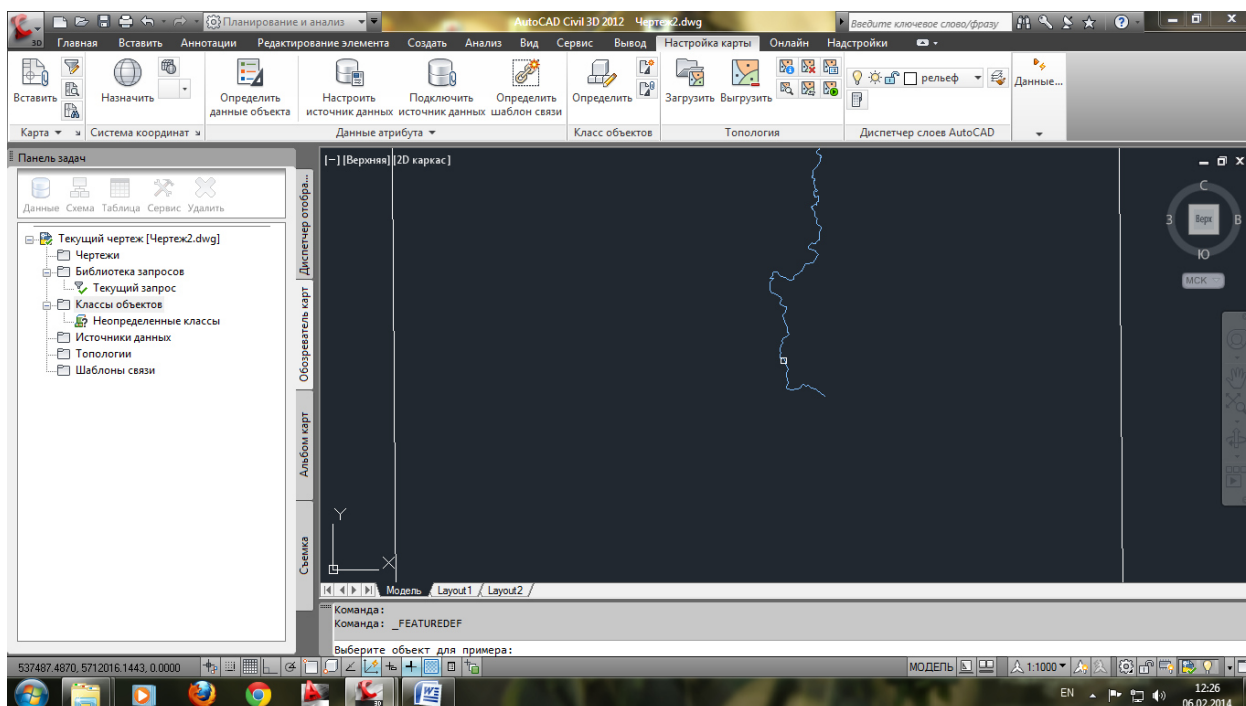
В диалоговом окне указать путь сохранения файла.



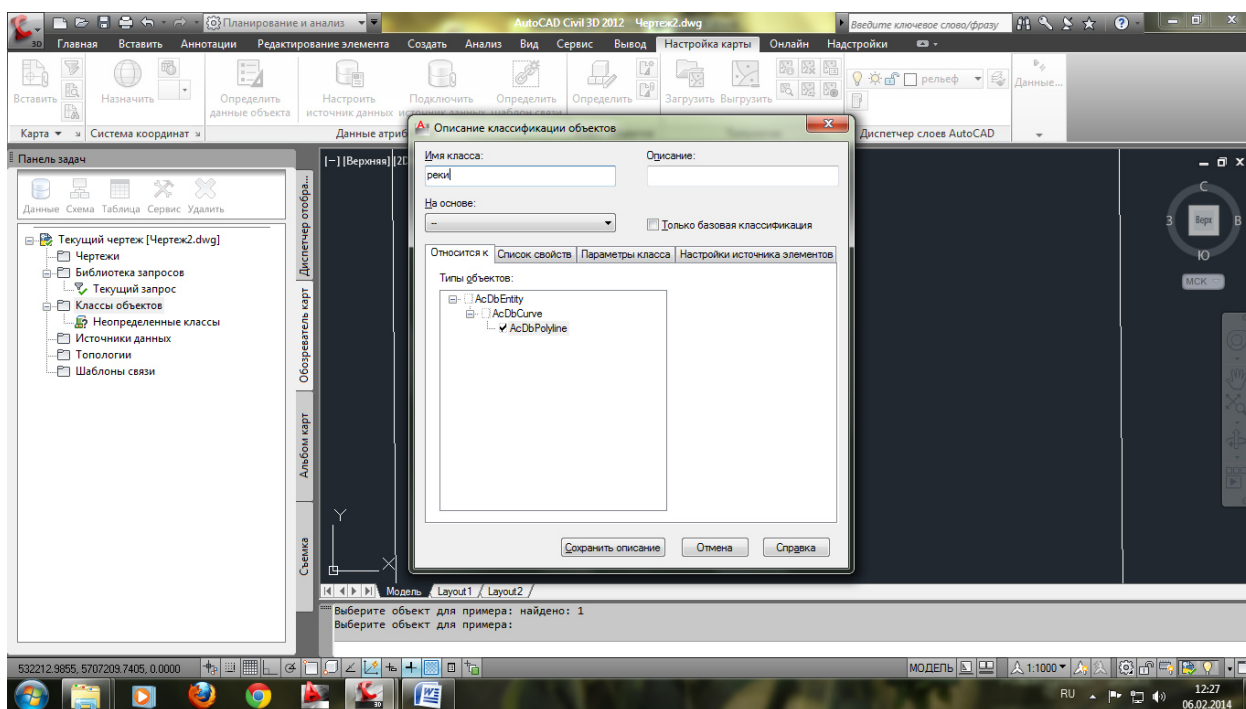
Затем опять на классы объектов и выбрать определить класс объектов



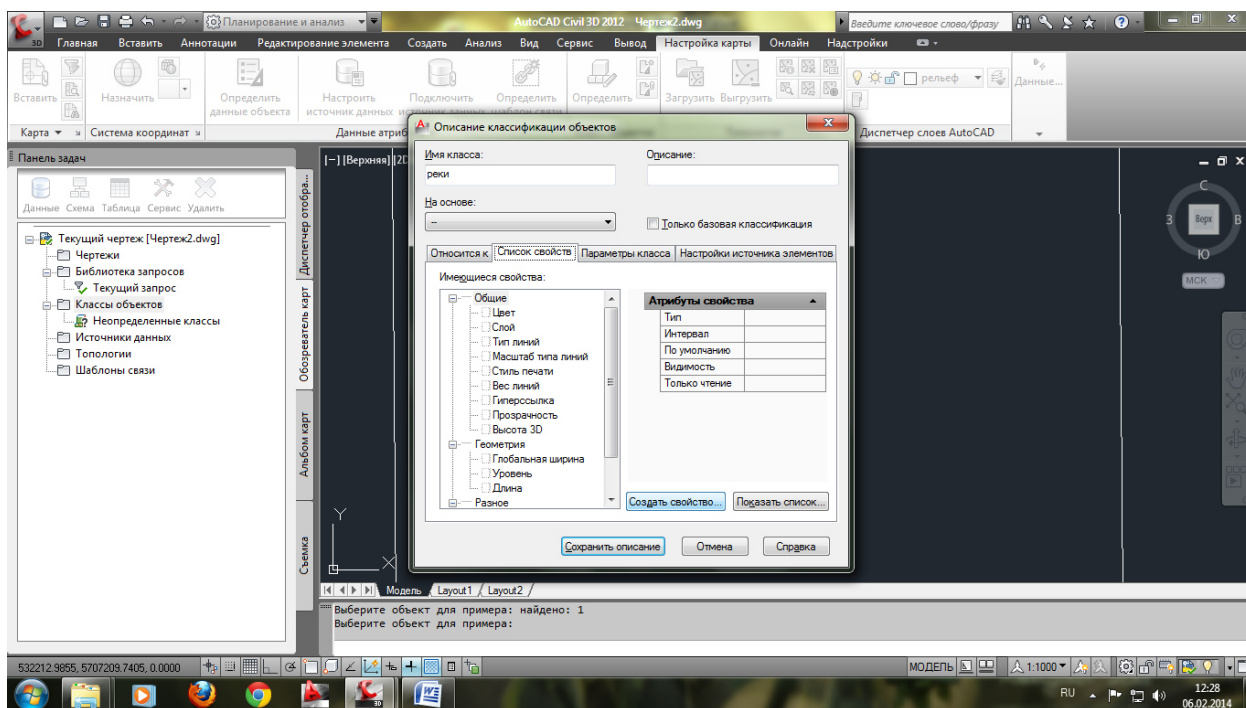
Указываем объект для примера



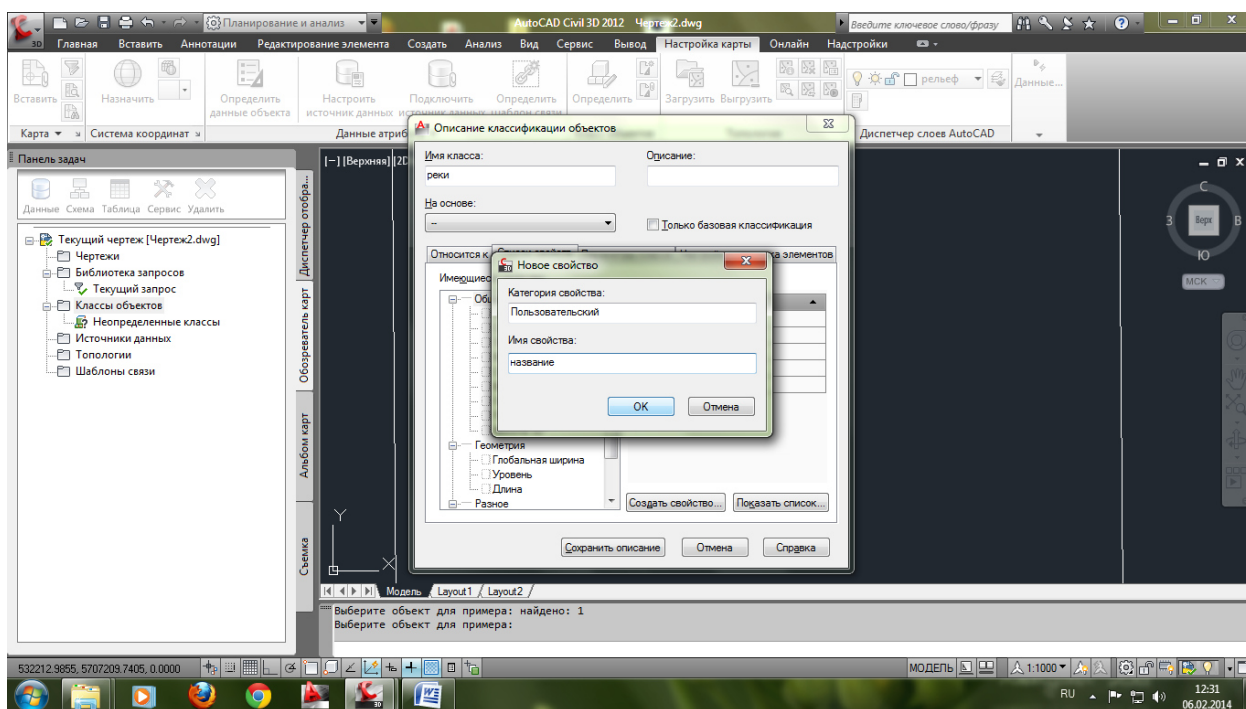
Называем класс и указываем галочкой полилинию



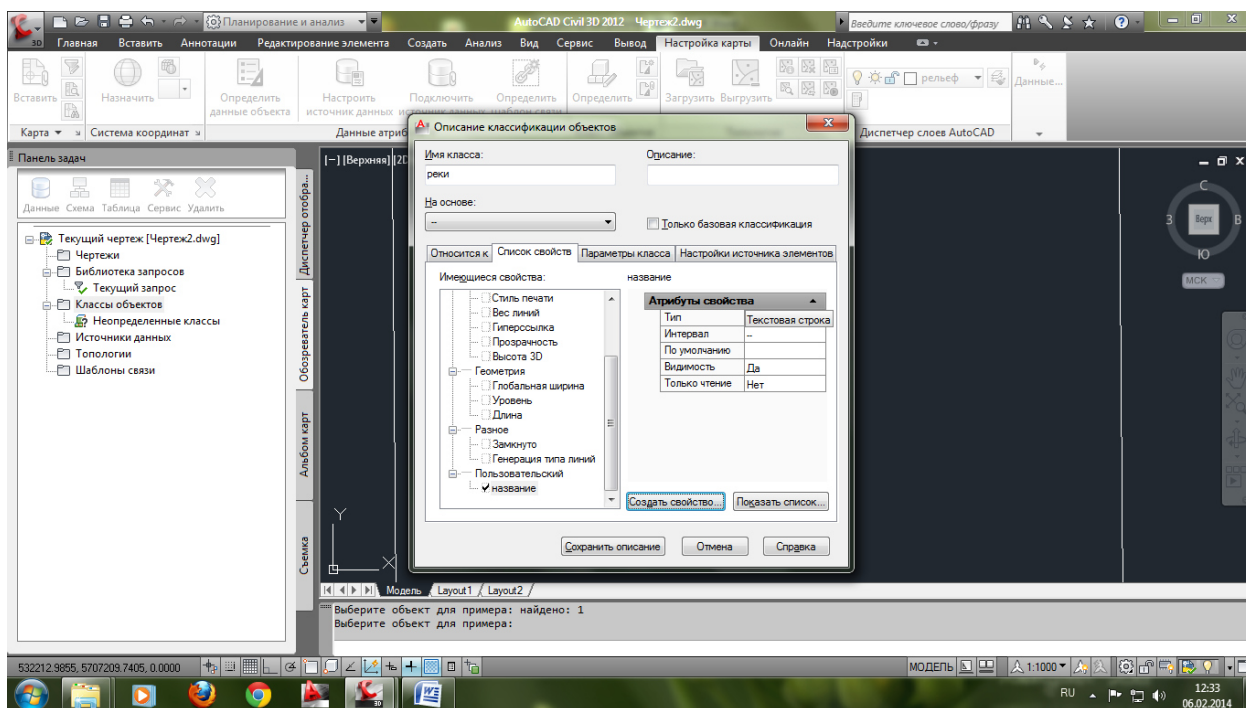
Переходим в список свойств и нажимаем кнопку создать свойство



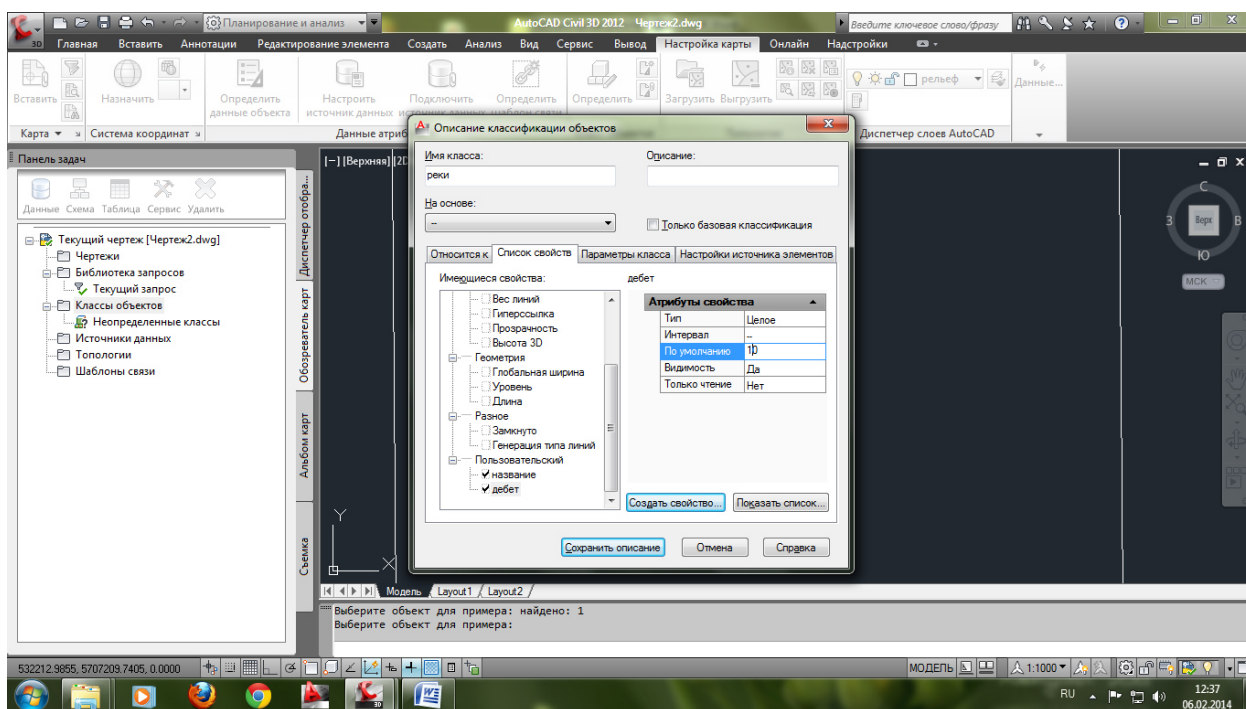
В качестве имени свойства вводим атрибут 1 для рек, нажимаем ок



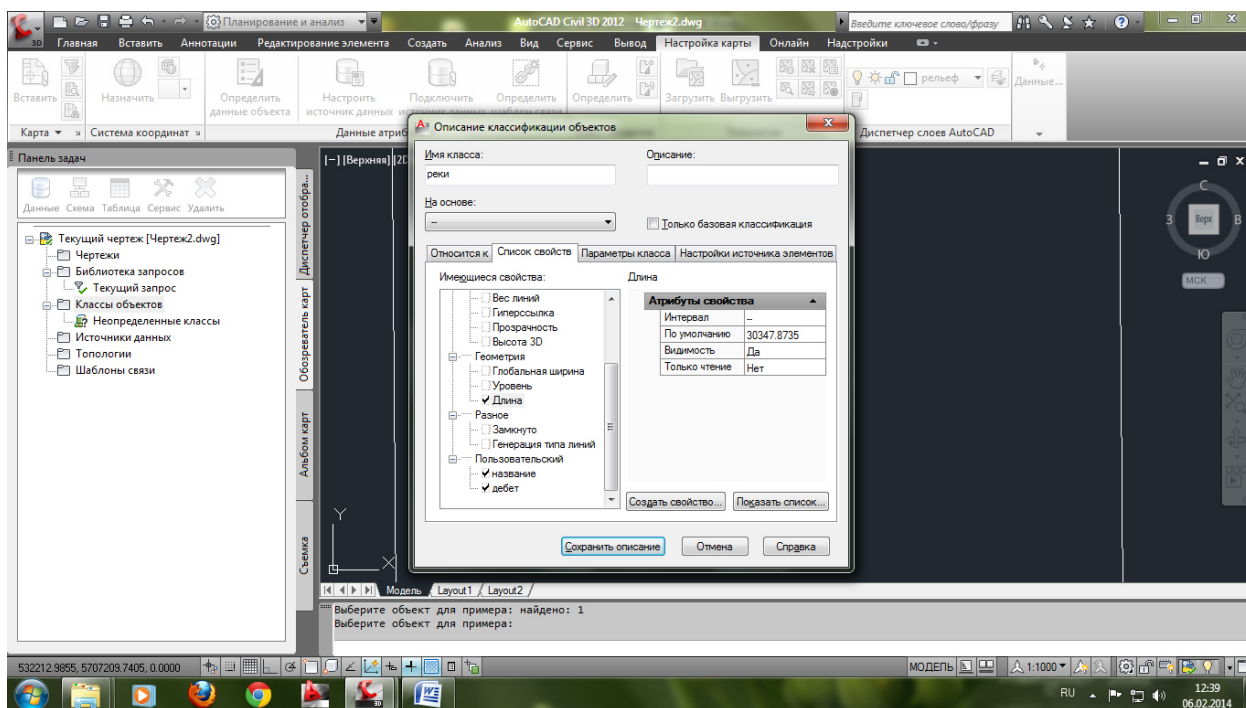
Тип оставляем следующая строка



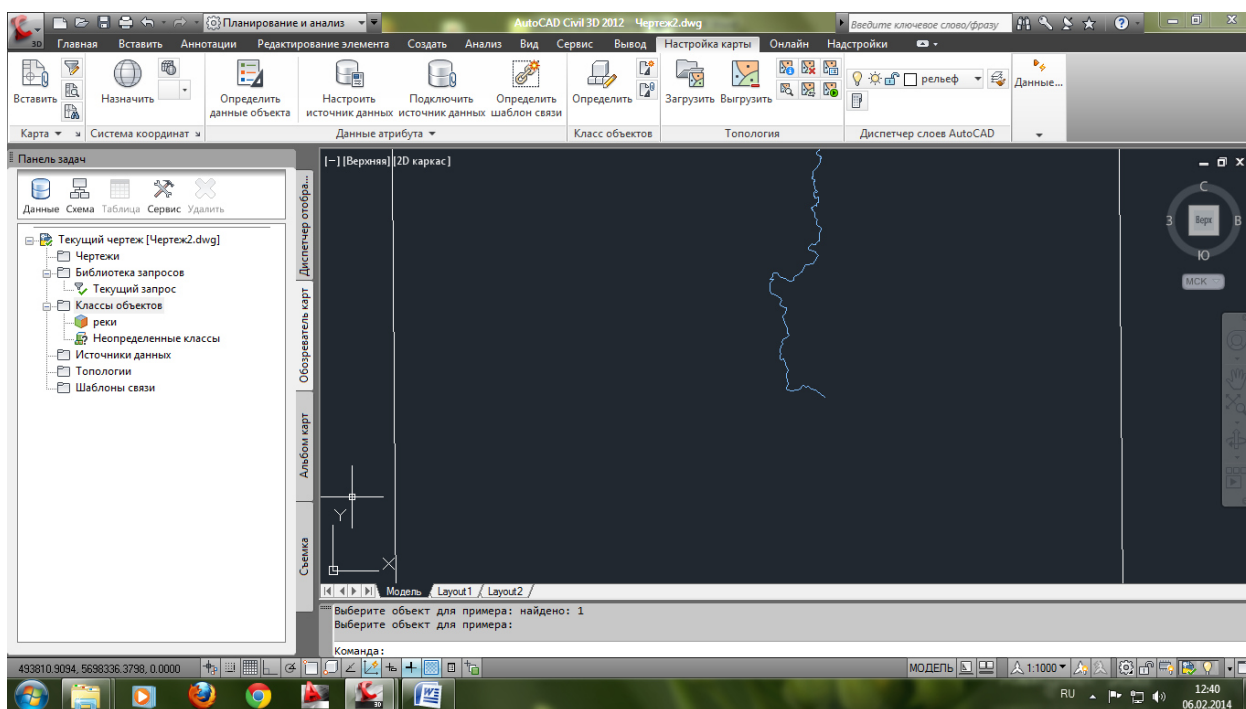
Затем создаем еще одно свойство дебет и тип целое, по умолчанию поставить 10



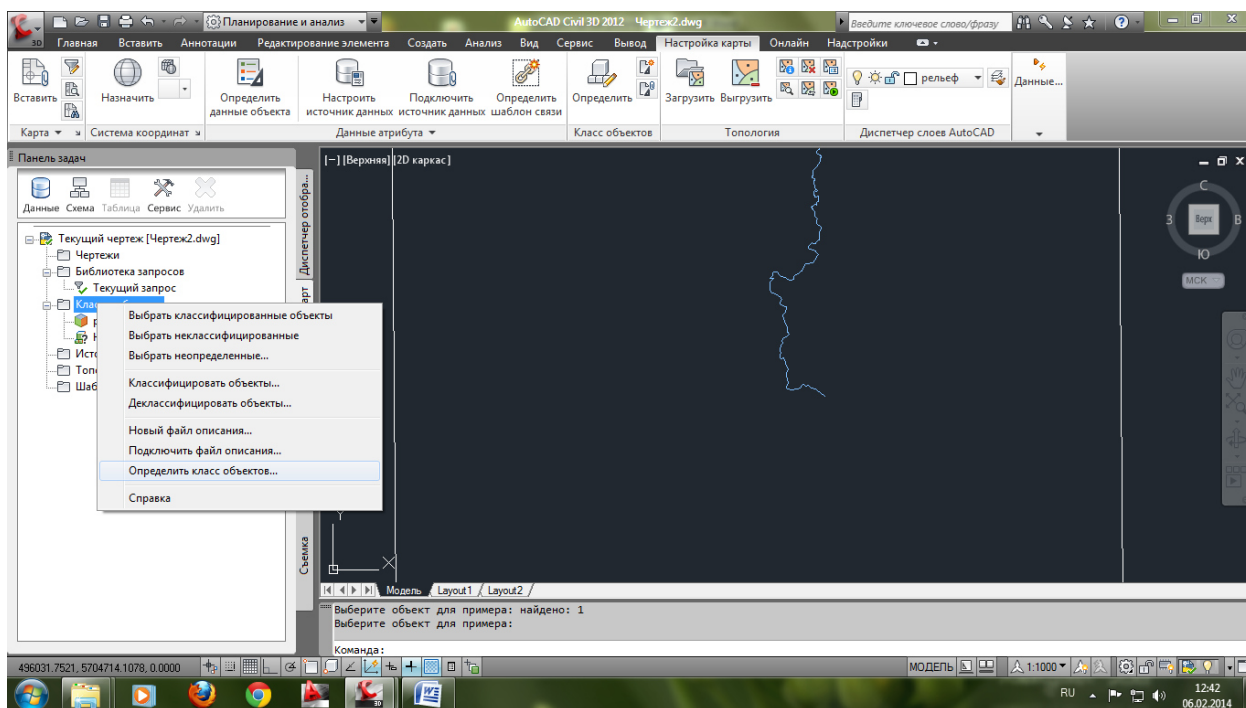
Затем в списке существующих свойств поставить галочку длина



И нажимаем сохранить описание. Класс реки появится в списке классов объектов.

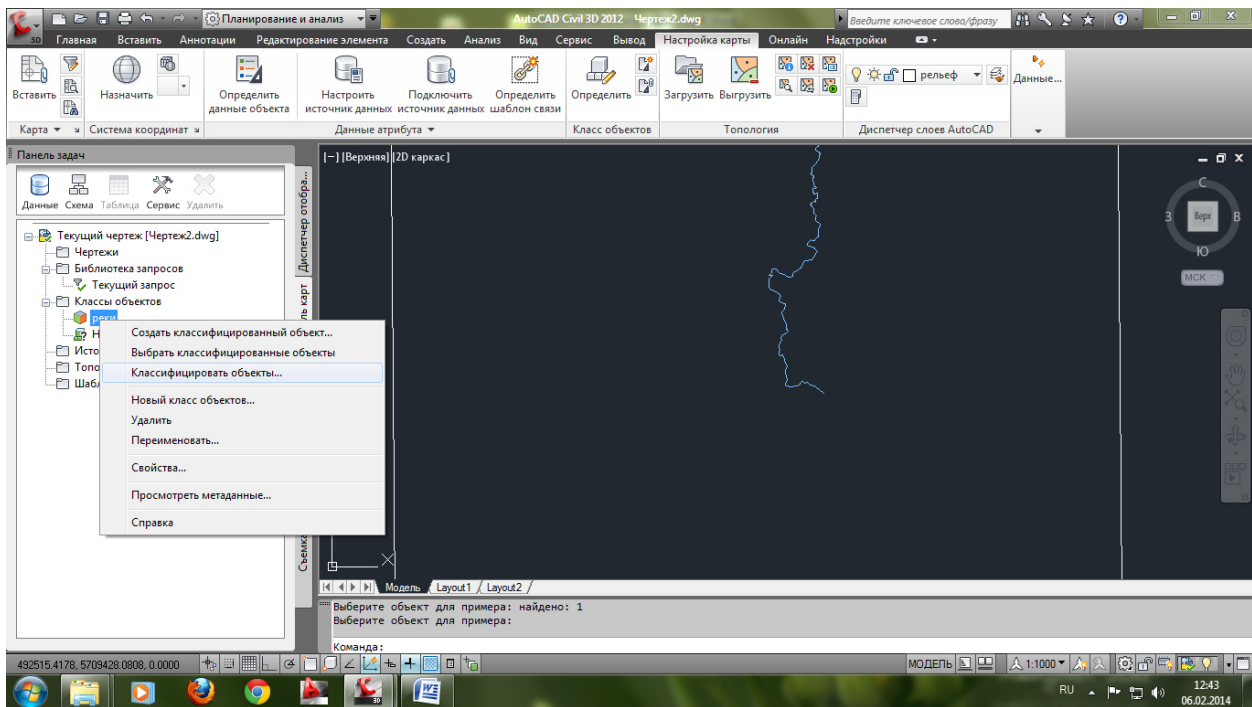


Аналогичным образом создать классы для остальных граф таблицы.

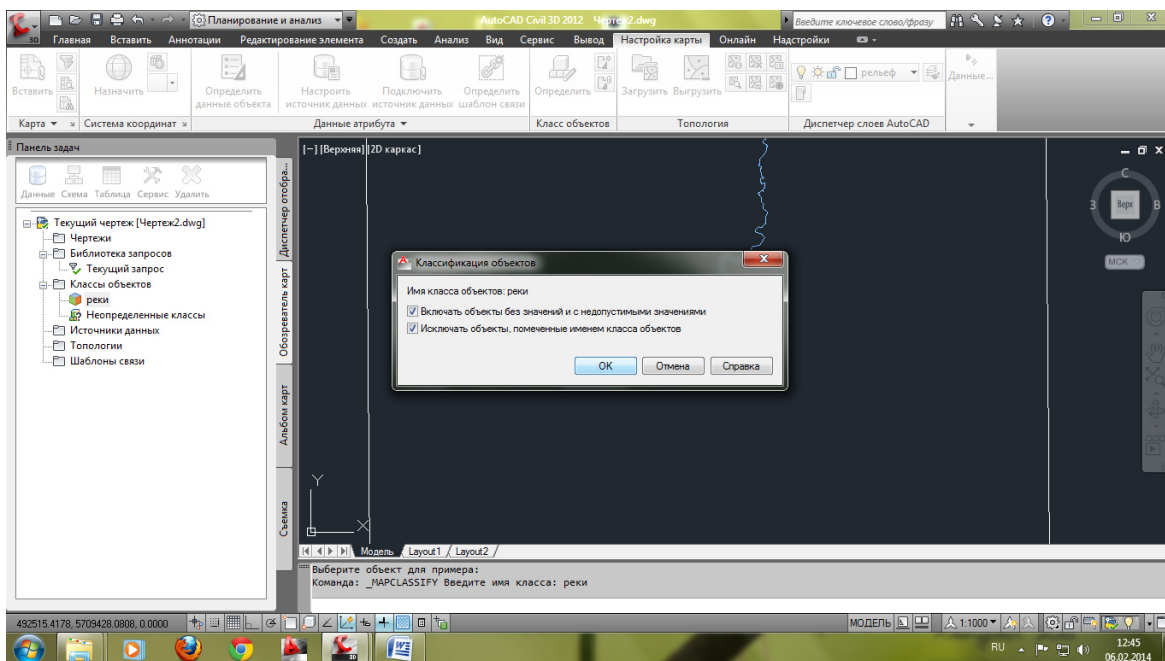


После создания классов приступают к классификации объектов.

Выбирают созданный класс из списков правой клавишей и выбирают классифицировать объекты.

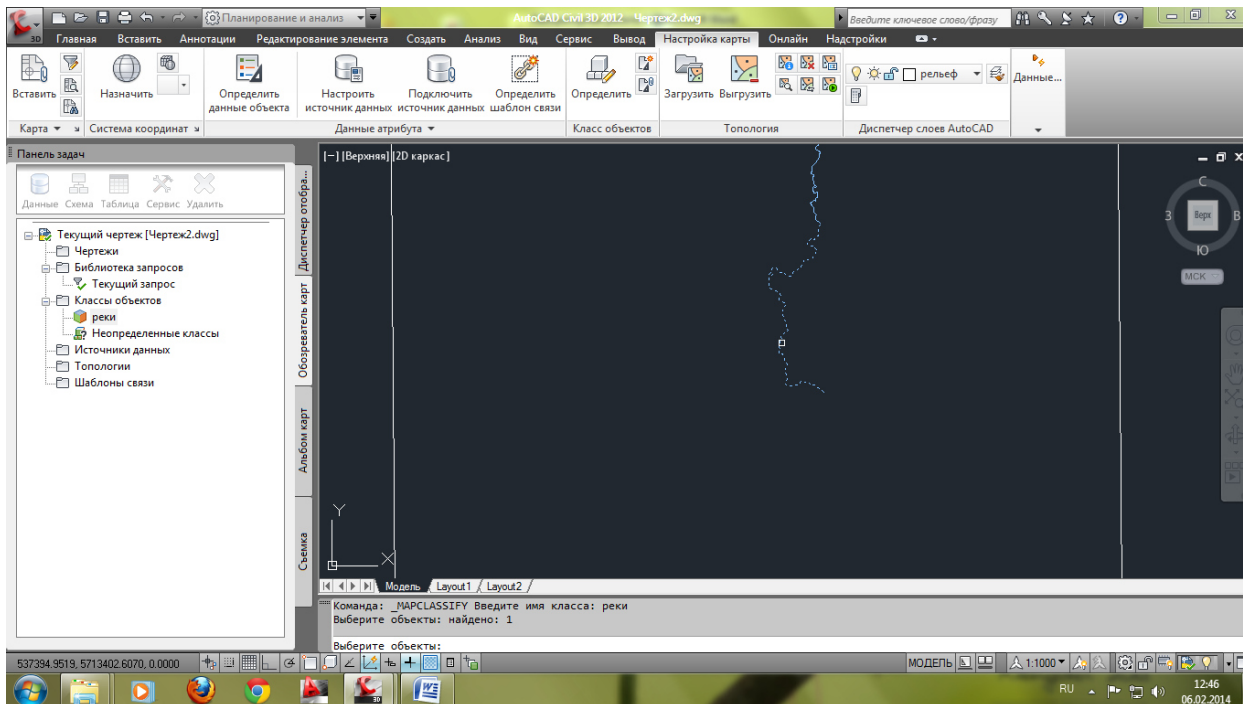


Нажимают ок



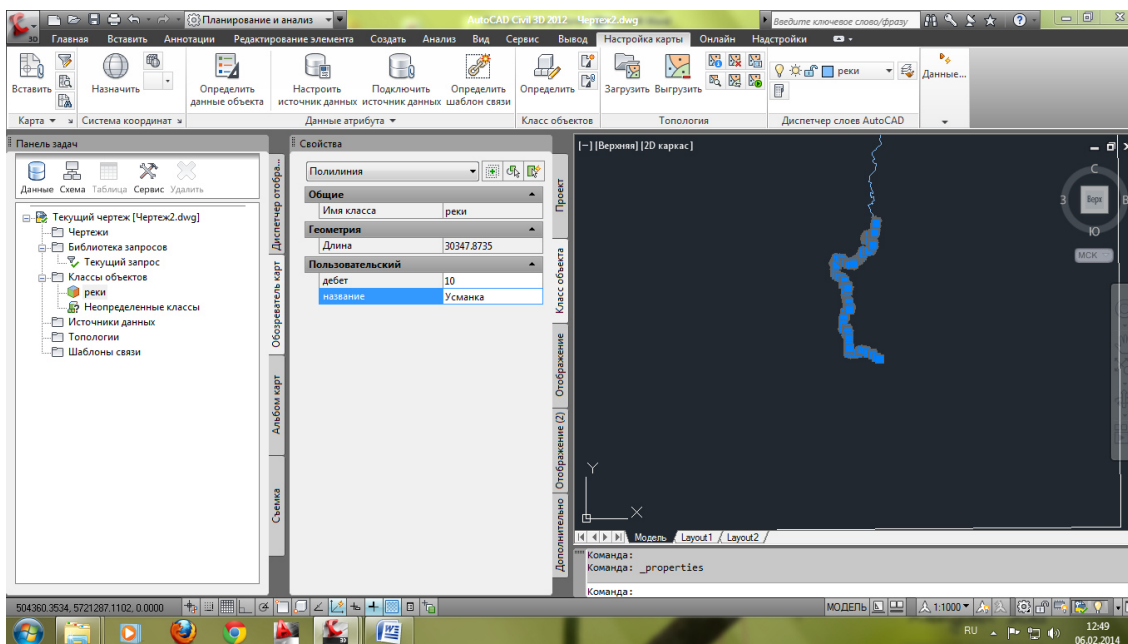
И выбирают объекты, которые надо отнести к данному классу.

И подтверждают выбор

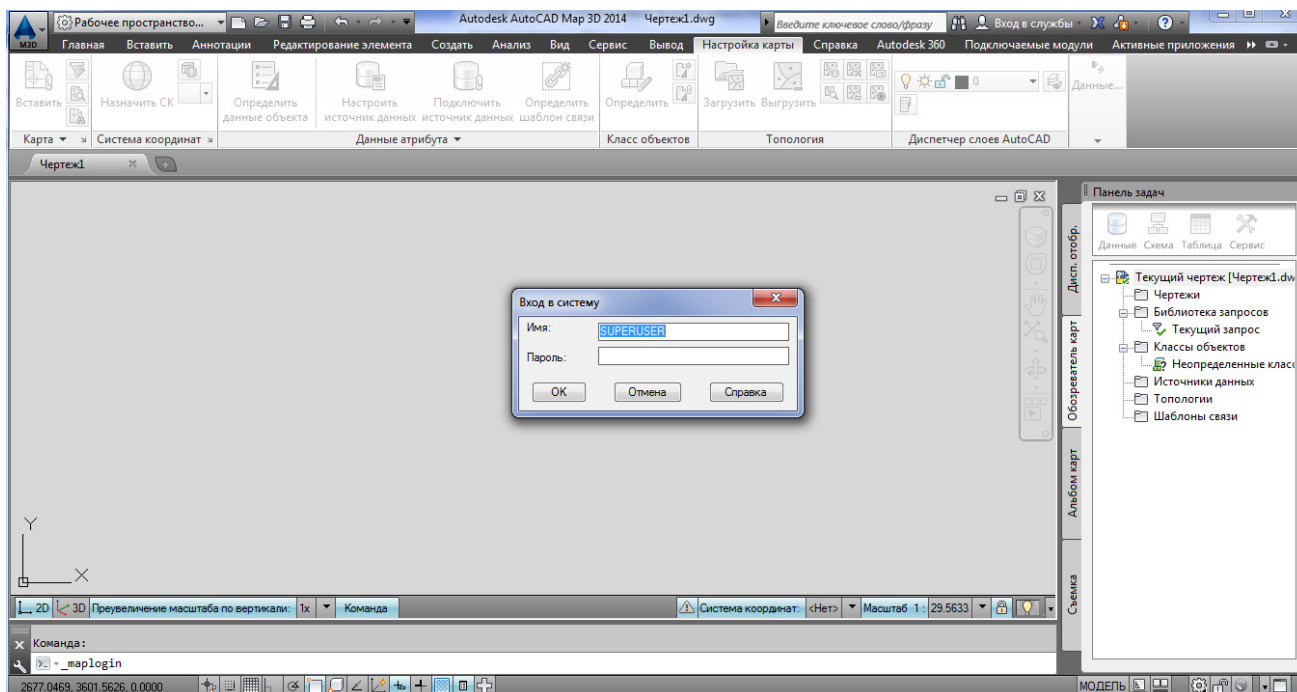


Можно выбирать рамкой сразу все объекты со слоя если предварительно его изолировать.

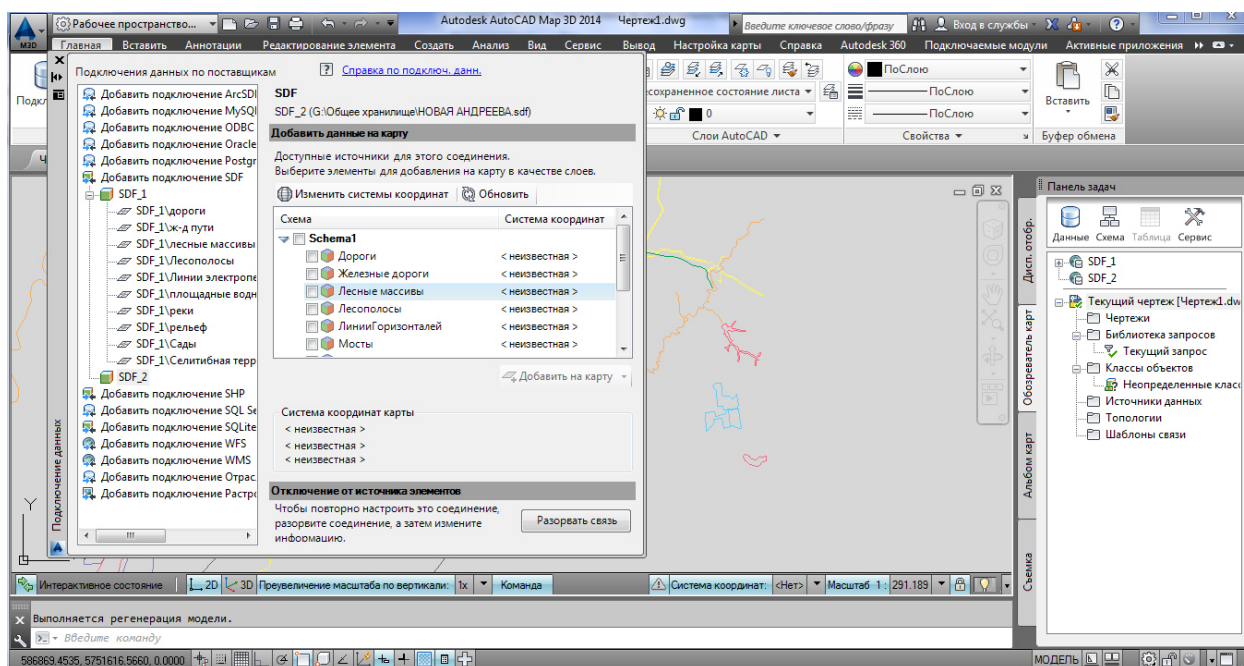
Если какой-либо из объектов выбрать и посмотреть свойства на вкладке класс объекта, то можно увидеть список созданных для класса атрибутов. Их необходимо заполнить.



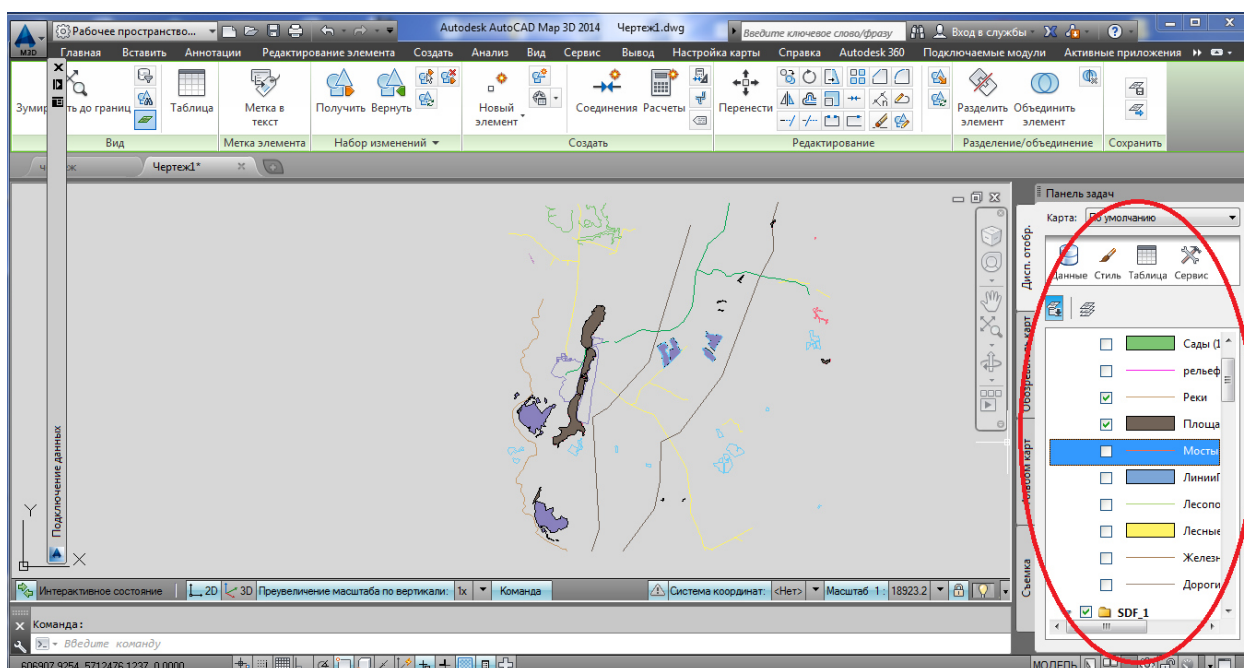
Лабораторная работа №5. Создание тематических карт.



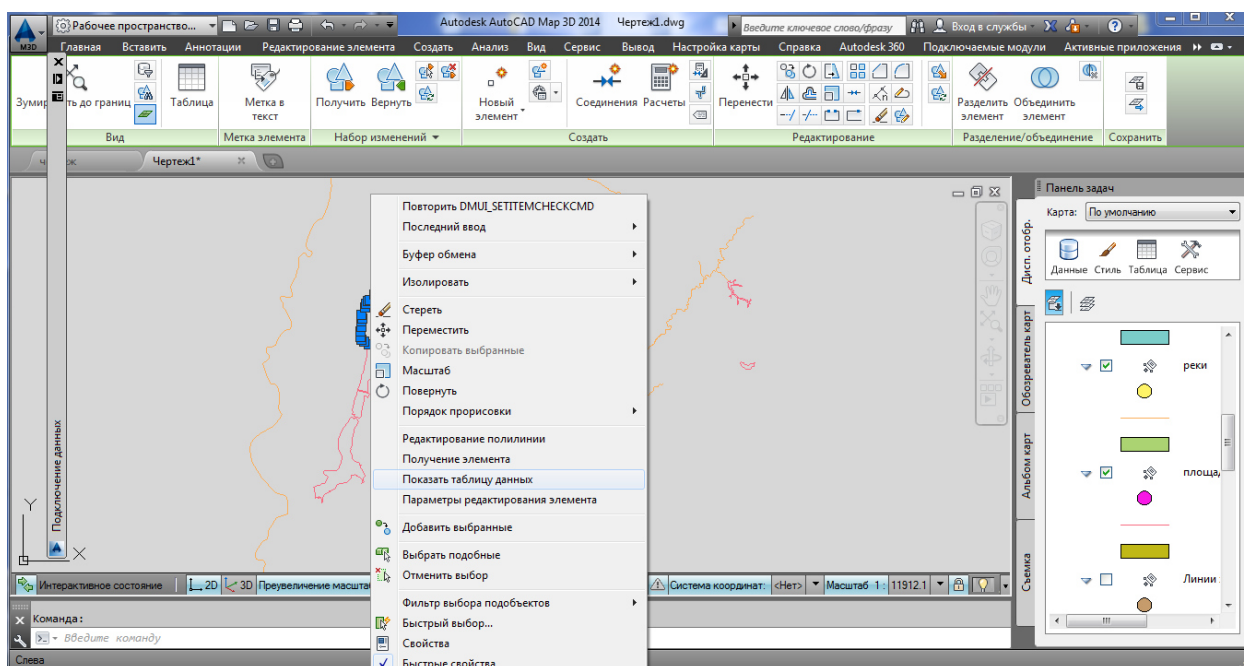
После этого присоединяем к пустому чертежу все файлы sdf из хранилища данных.

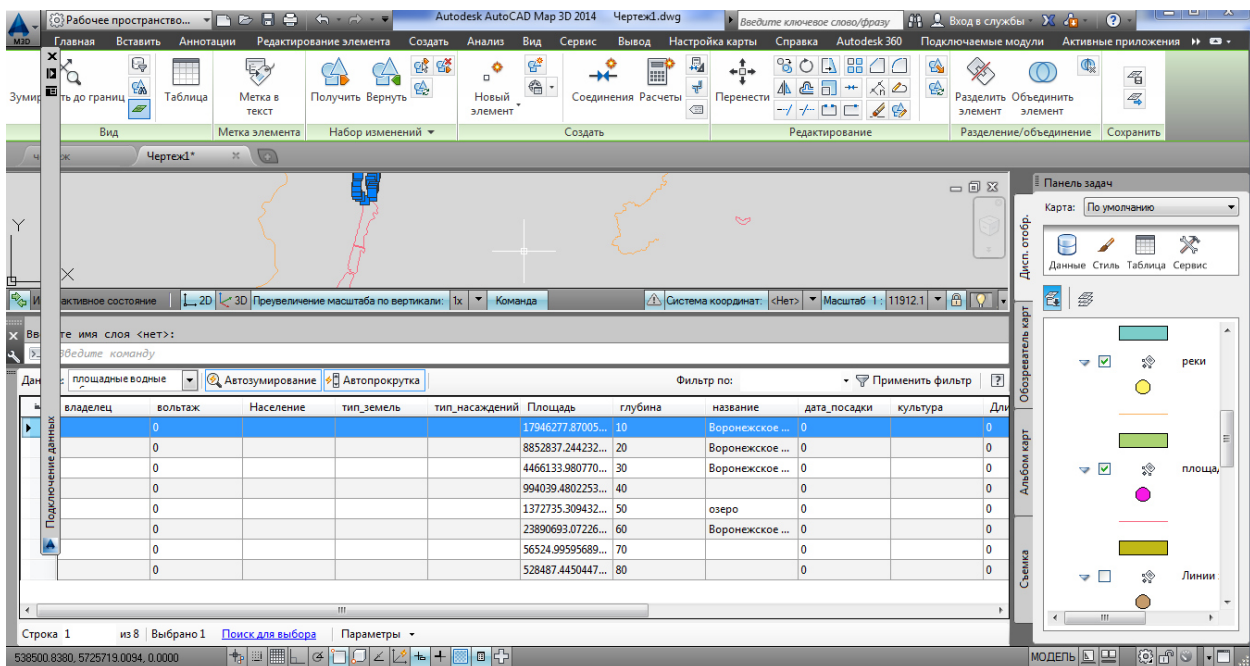


В получившемся чертеже оставляем только те данные которые необходимы для составления тематической карты. Для этого в боковой панели отключаем все лишние слои



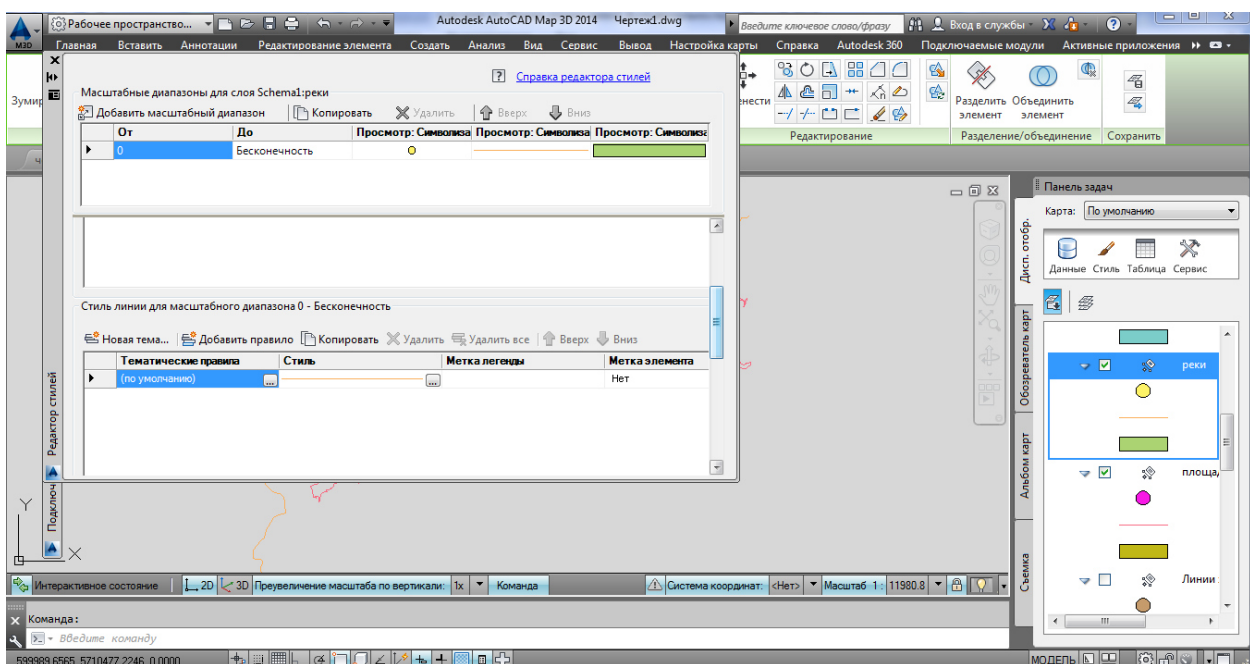
После этого открываем таблицу данных для оставшихся объектов ,кликнув правой клавишей на объекте соответствующего слоя



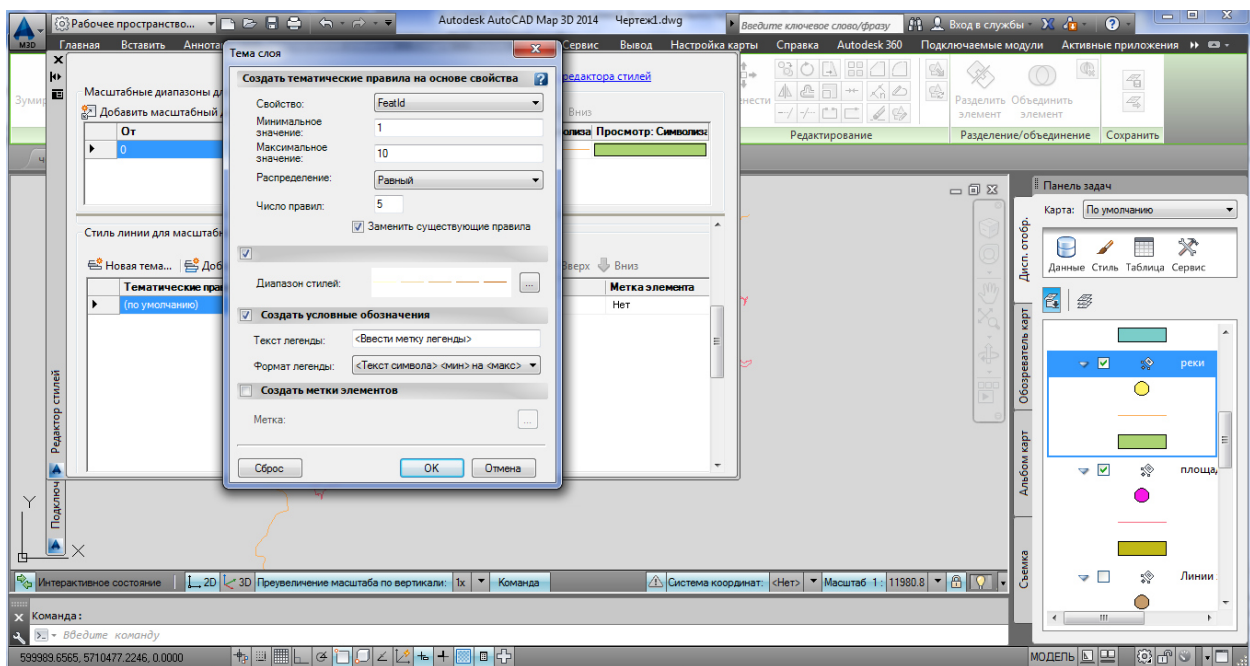


В данном окне можно редактировать данные об объектах (глубина, дебет название и т.д.)

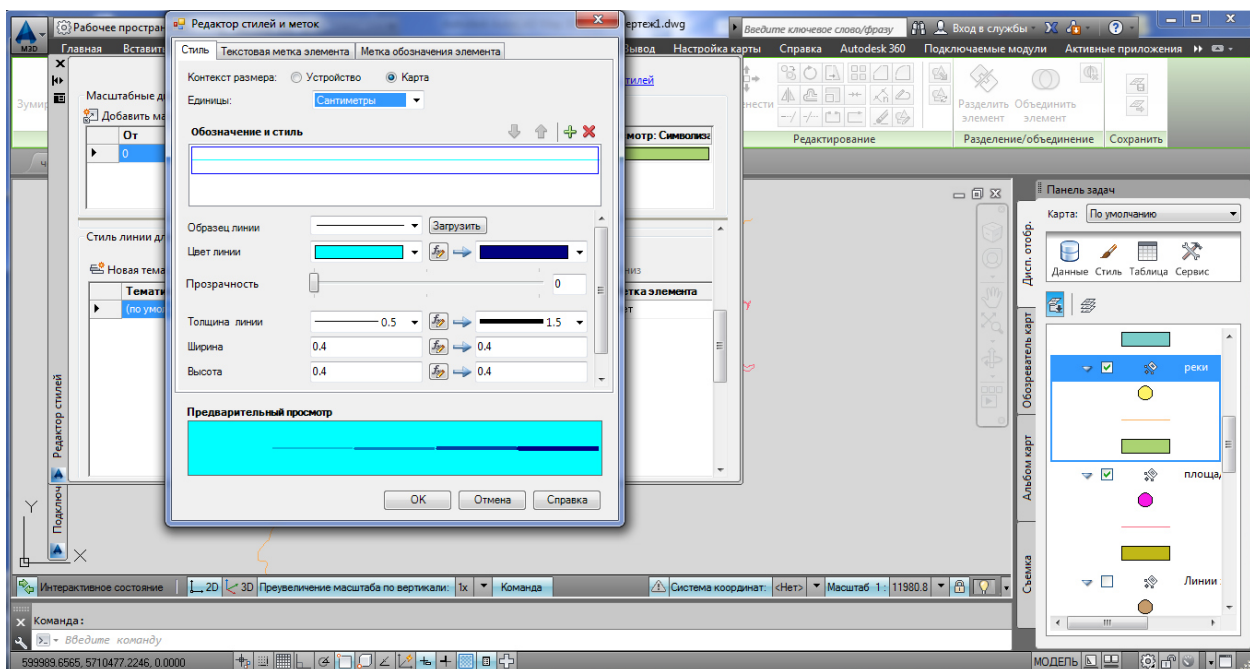
Далее двойным кликом по пиктограмме в правой панели задач открываем редактор тем. Выбираем соответствующий тип объекта (линия, точка, полигон)



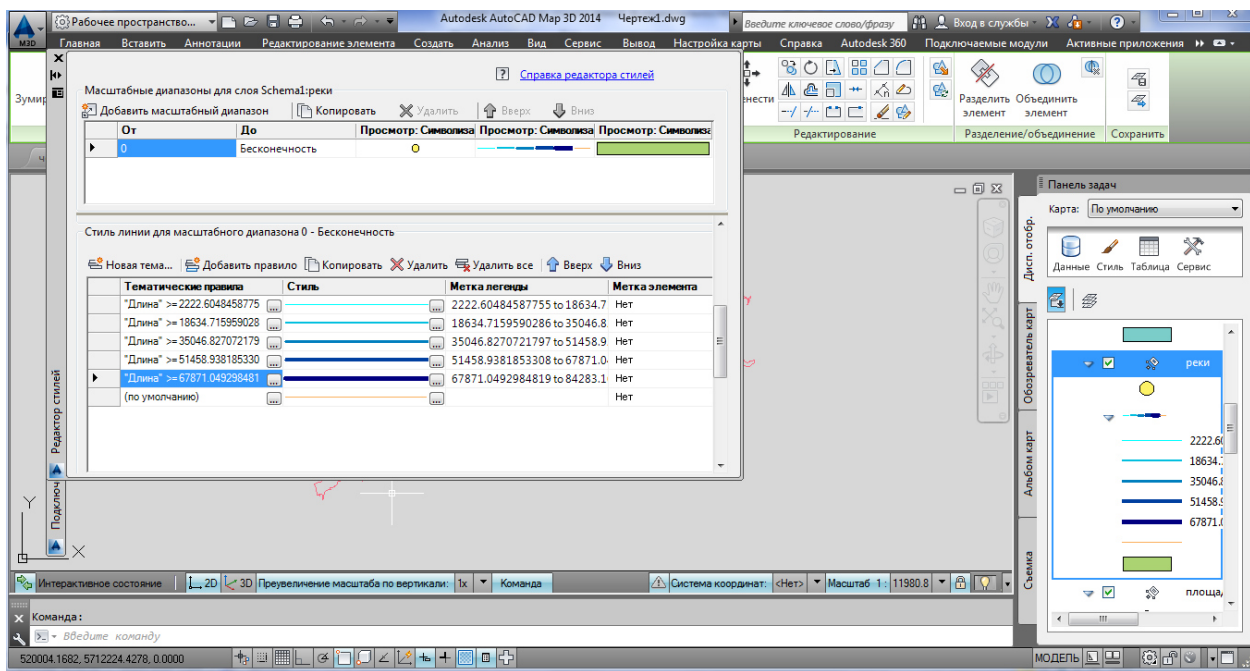
В открытом окне для выбранного объекта выбираем пункт Новая тема и кликаем по нему дважды



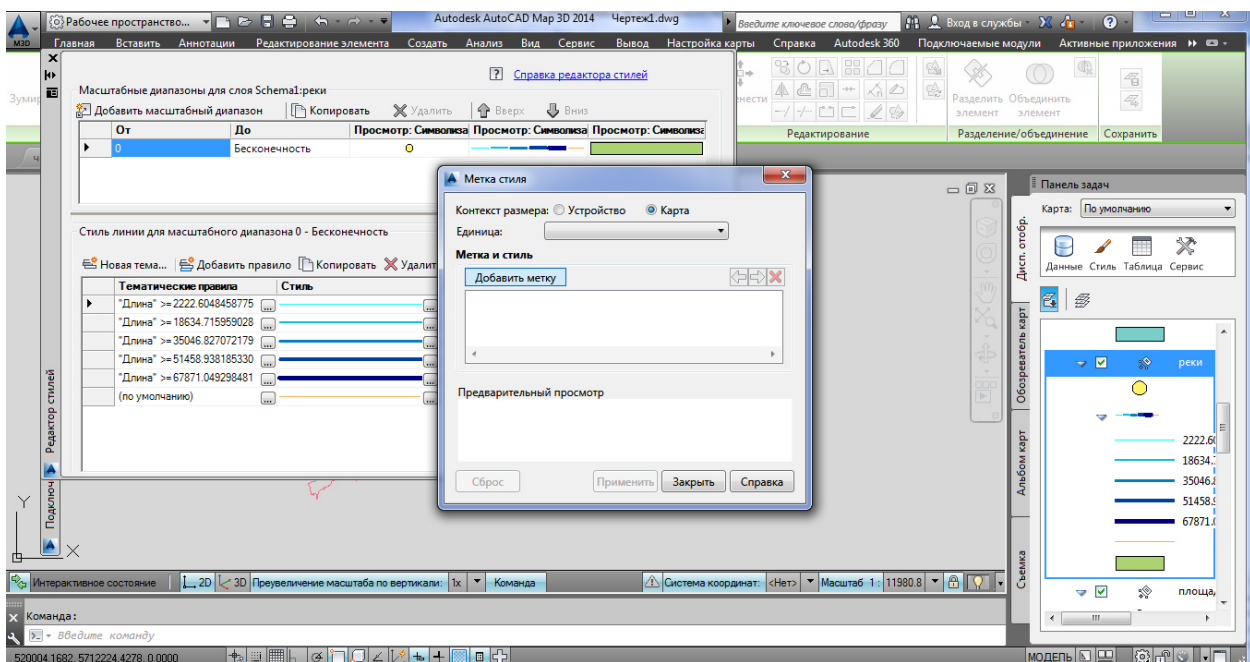
В окне Тема слоя выбираем свойство и число правил (для рек используем градиацию по длине объекта, для площадных водных объектов площадь), после чего кликаем на пиктограмму диапазон стилей и указываем соответствующие типу объекта цвета и толщину линий отображения.



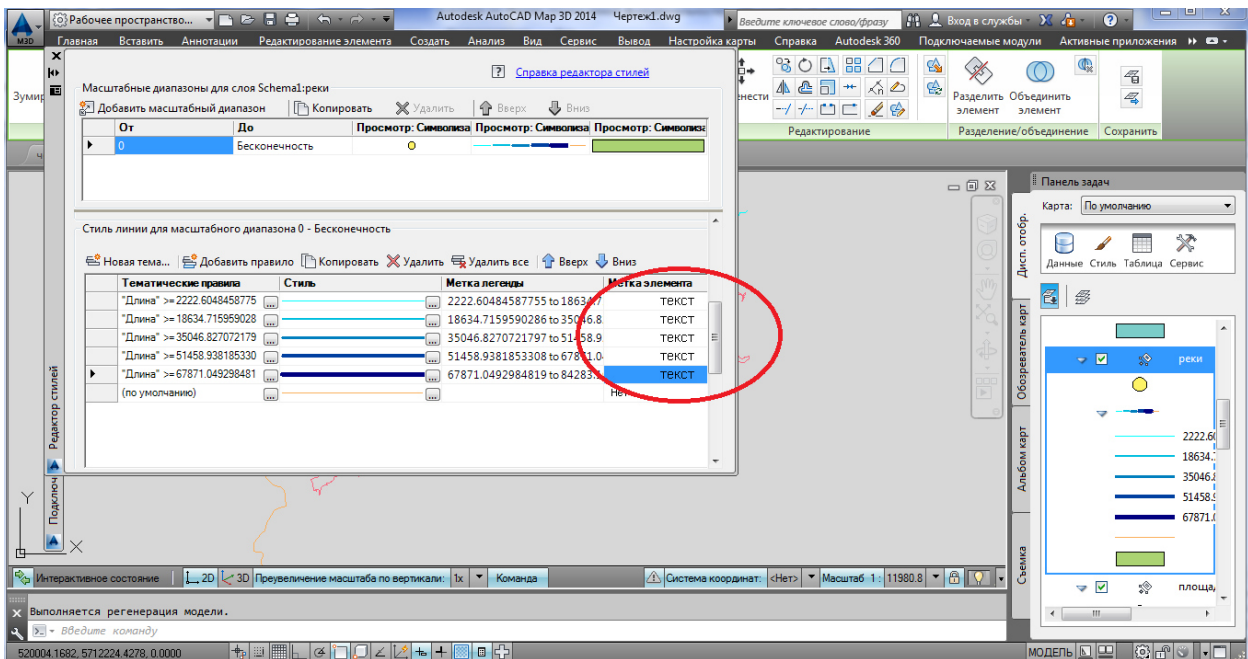
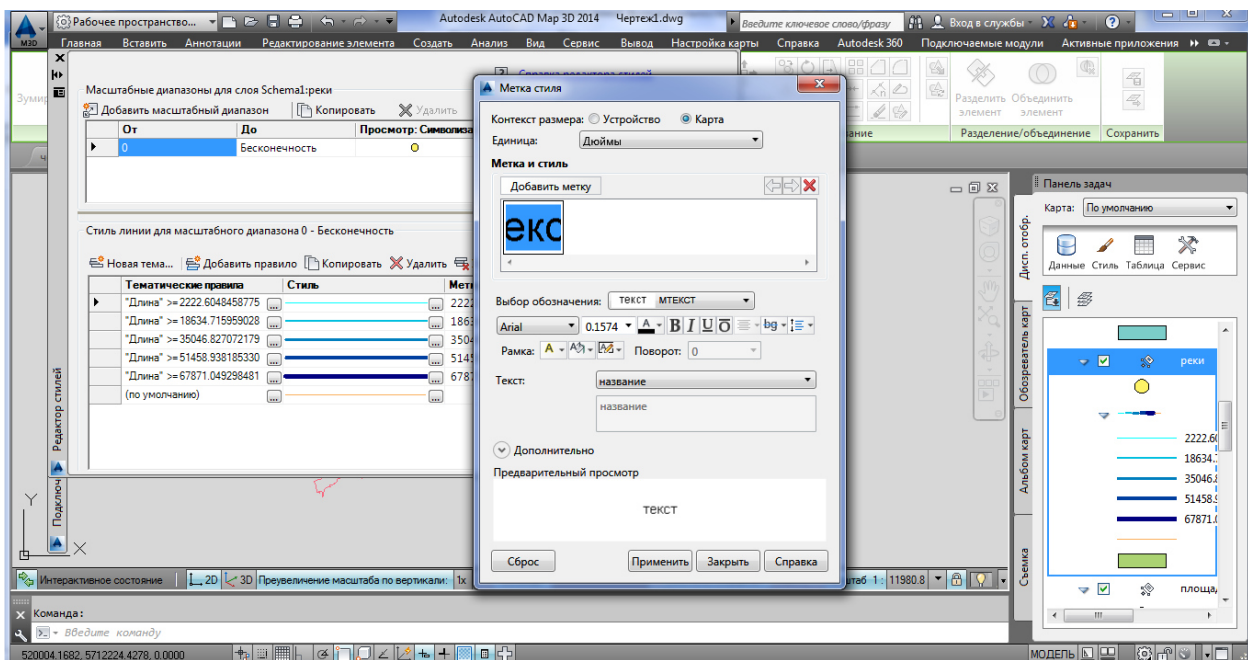
После нажатия кнопки ОК в окнах Редактор стилей и Новая тема получаем уже созданную тему (в данном случае для рек)



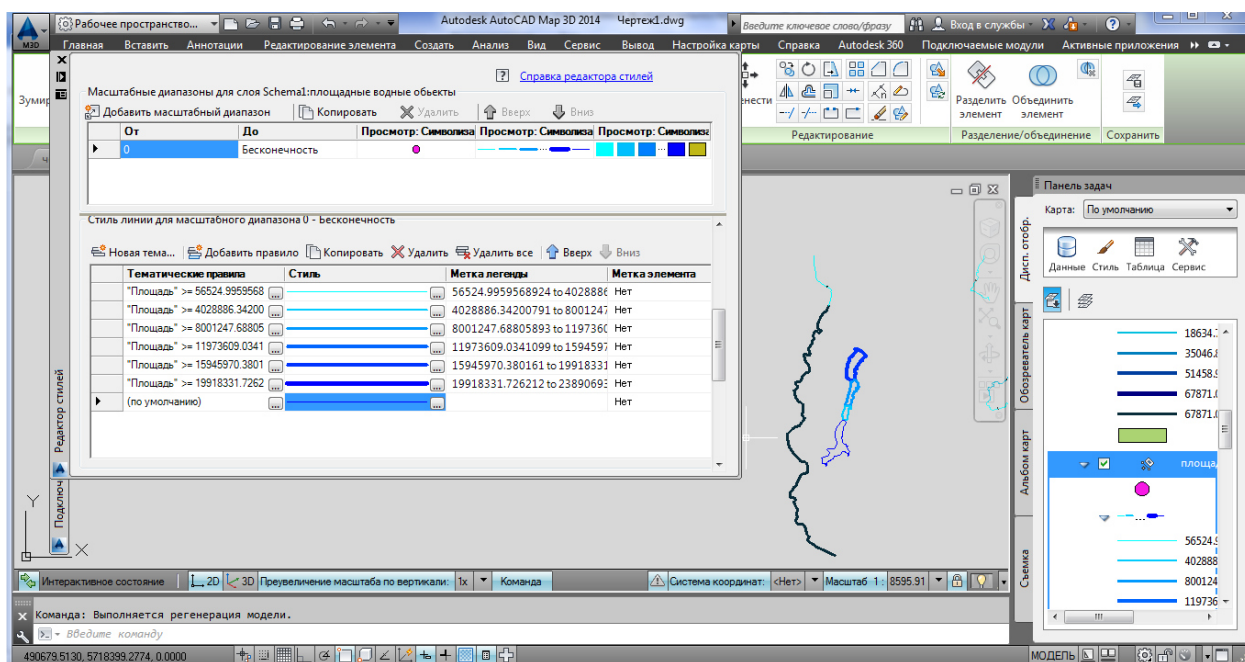
Добавляем текстовые метки двойным нажатием по значку в колонке Метка элемента. В появившемся диалоговом окне кликаем на кнопку добавить метку



Далее выбираем соответствующее значение текстовой метки в строке текст. В данном случае выбрано название реки. Тоже самое выполняем для всех правил в данной теме



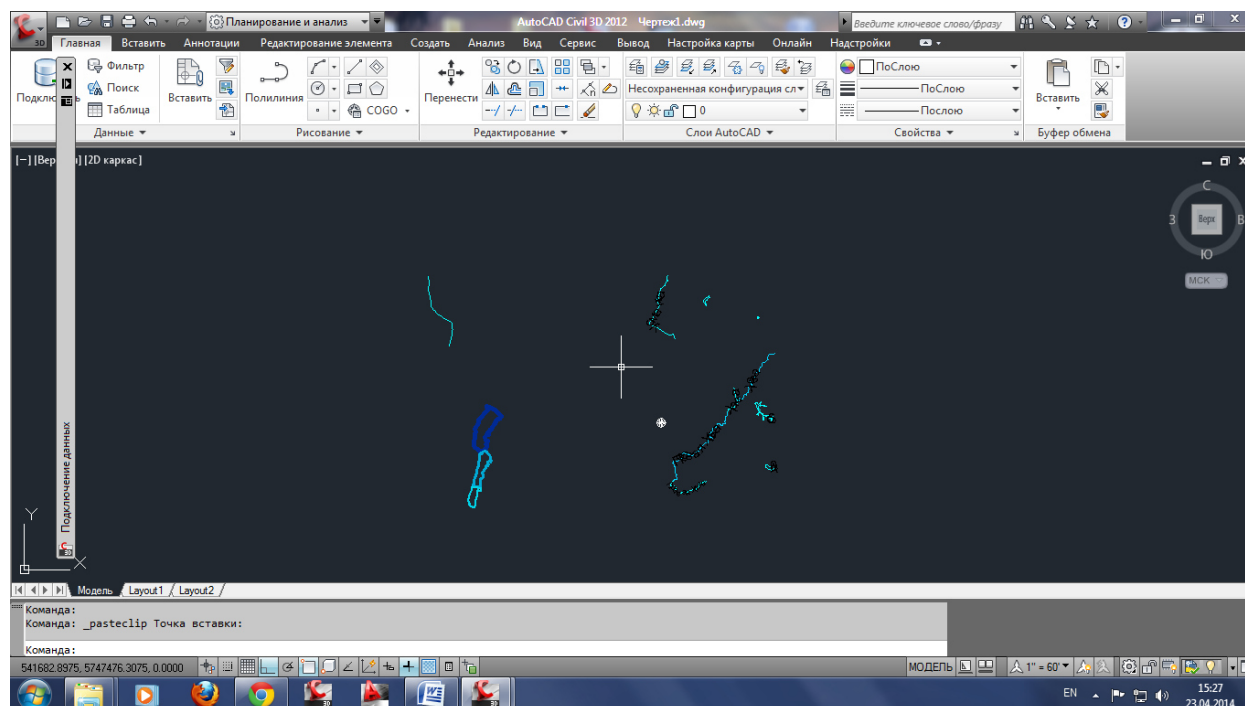
Такая же последовательность действий выполняется и для площадных водных объектов



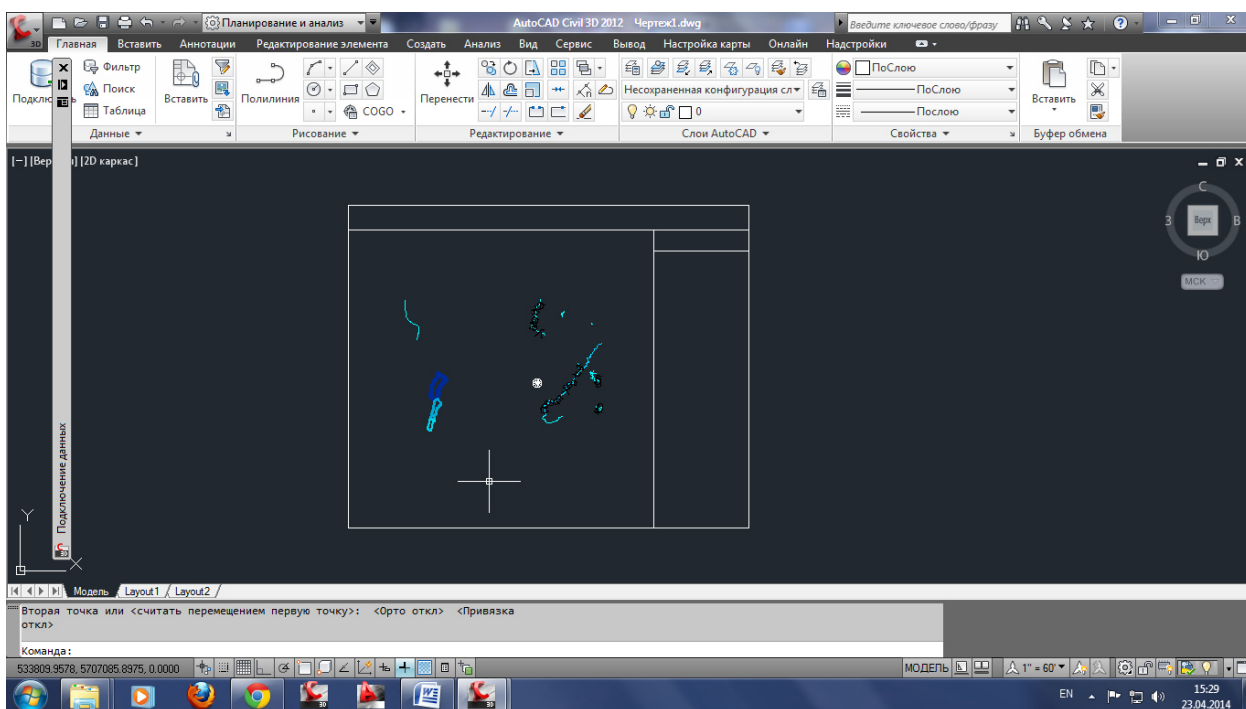
Затем карта оформляется, добавляется рамка, подпись и легенда.

(см. приложение)

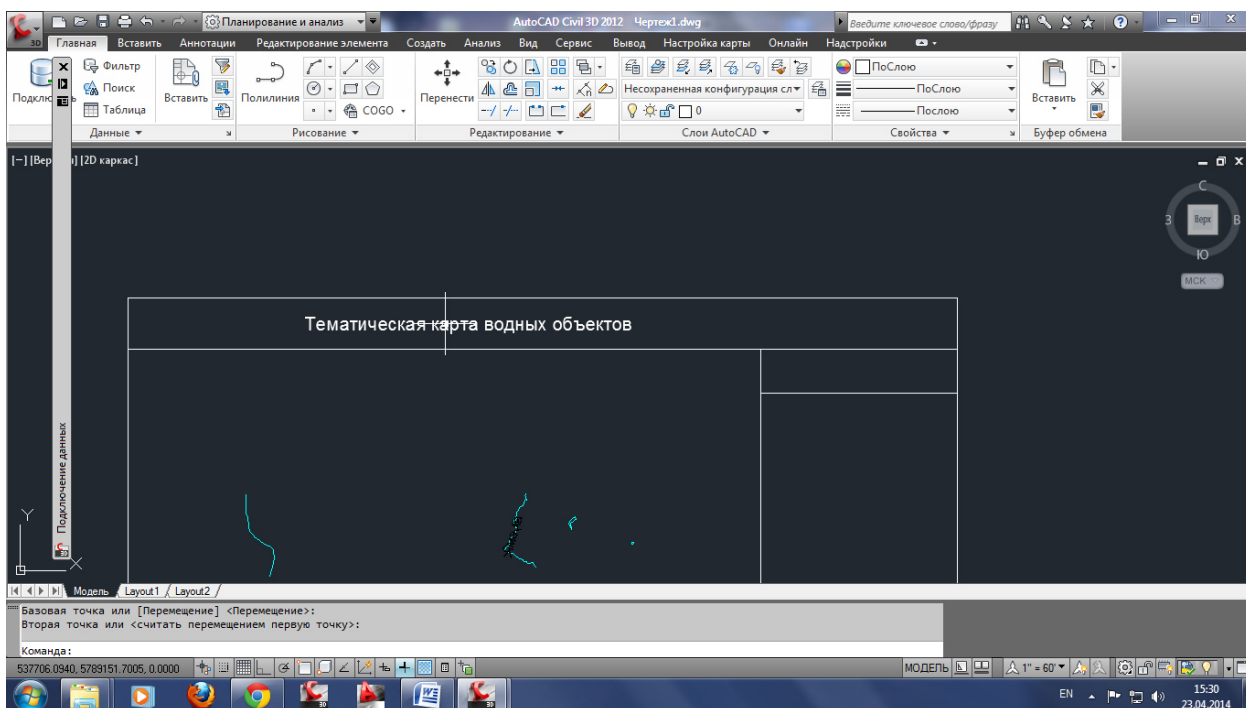
Для оформленной тематической карты создаём рамку



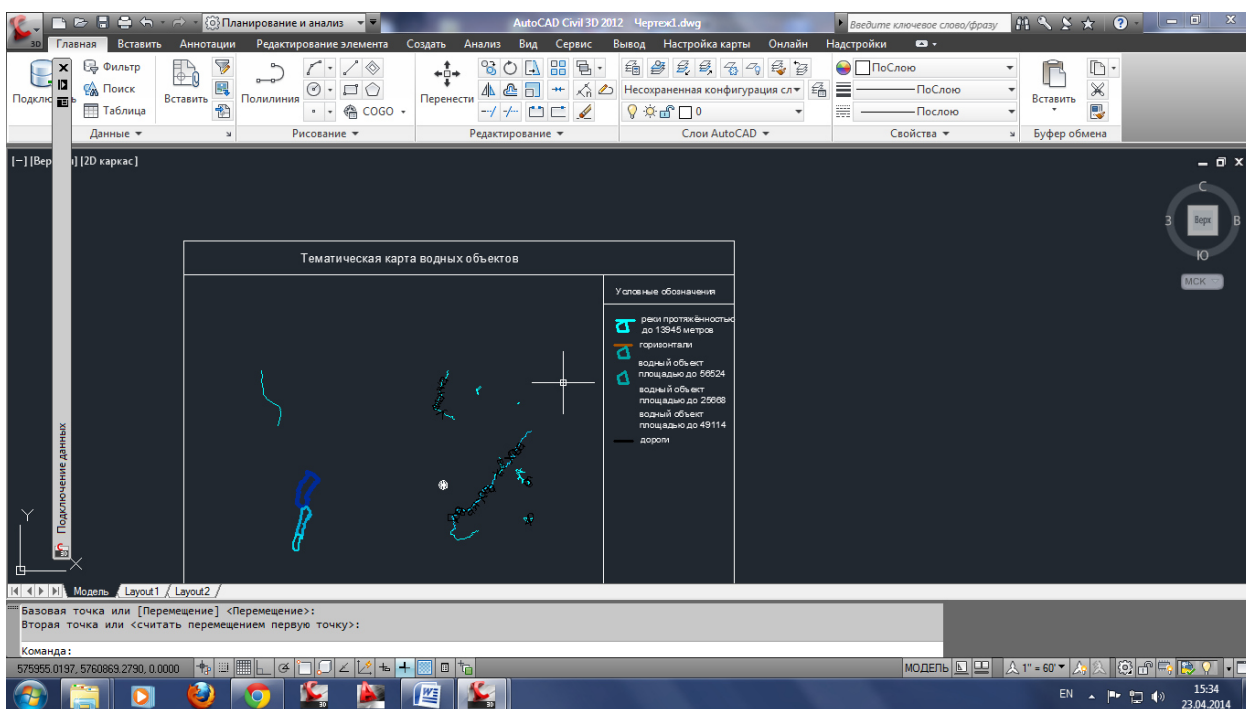
В рамке выделяем место под условные знаки и иную дополнительную информацию



Вставляем заголовок карты



Оформляем условные знаки исходной тематической карты



Далее для удобства печати преобразуем чертёж в формат pdf.

Библиографический список

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 5. – С. 43-45.
2. Бушнева И.А., Безверхова А.Ю., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 89-97.
3. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Карслян А.М., Петренков Д.В. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 109-116.
4. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 7 (17). С. 37-40.

5. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120-123.
6. Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование // Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 53-55. Грибкова И.С., Питель Е.К. ГИС и современный опыт их применения // Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 74-76.
7. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116-119.
8. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритм определения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. С. 60-64.
9. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Пастухов М.А. Особенности определений смещений и осадок сооружений электронными тахеометрами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 1-2. С. 61-65.
10. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трёхгранных сооружений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 6. С. 13-19.
11. В. А. Середович, М. А. Алтынцев, Р. А. Попов Особенности применения данных различных видов лазерного сканирования при мониторинге природных и промышленных объектов // Сибирская государственная геодезическая академия. – Том 18. – Специальный выпуск. – 2013. – С. 1-3.