

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ  
КАФЕДРА « ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Презентация к дипломной работе:

**Инженерно-геодезические работы при строительстве  
транспортных магистралей в районе г. Любань**

Руководитель:

Кандидат технических наук, доцент Михайлов В.И.

Выполнил:

студент гр. 31405117 Протасевич С.Г.

**Минск 2021**

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАЙОНА РАБОТ

- Общая характеристика: район строительства расположен в северо-западной части Любаньского района Минской области на Центрально-Березинской равнине.
- Растительность: естественная растительность представлена в виде кустарников и лугов. На участке работ отсутствует лесная растительность.
- Рельеф местности пологоволнистый. Район и прилегающая к нему территория имеют абсолютные отметки от 136,4 м до 167,2 м.
- Климат района умеренно-континентальный. Большая часть периода протекает на фоне большой облачности, неустойчивой погоды и сопровождается частыми оттепелями. Лето теплое, с кратковременными дождями и грозами на всем протяжении.

№ п/п	Наименование характеристик	Единица измерения	Величина
1	Среднегодовая температура воздуха	°С	+6
2	Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (январь)	°С	-6,3
3	Средняя температура наружного воздуха наиболее тёплого месяца (июль)	°С	+17,8
4	Абсолютная минимальная температура воздуха	°С	-36
5	Абсолютная максимальная температура воздуха	°С	+36
6	Среднегодовая относительная влажность	%	79%
7	Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова	дней	88
8	Продолжительность безморозного периода	дней	243
9	Высота снежного покрова: средняя максимальная	см	77
			53
10	Глубина промерзания грунта: средняя из максимальных за год наибольшая из максимальных	см	71
			133
11	Среднегодовое количество осадков ноябрь-март апрель-октябрь	мм	625
			197
			428
12	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль-юго-восточное, со средней скоростью	м/с	4,2
13	Количество дней в году туман	дней	59

# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ПРОГРАММЫ



## Технические характеристики тахеометра Trimble M3 DR 5" OP :

- точность измерения по призме (2+2 мм/км x D) мм;
- точность измерения без отражателя (3+2 мм/км x D) мм;
- угловая точность 5";
- винты наведения бесконечные;
- дальность измерения по призме 6,25 см до 3 000 м;
- дальность измерения без отражателя до 500 м;
- минимальное измеряемое расстояние 1,5 м;
- время заряда батареи 4 ч;
- батарея Lion 3,8 В;
- размеры 149 мм x 145 мм x 306 мм;
- рабочая температура от минус 20°C до +50°C;
- температура хранения от минус 5°C до +60°C.



## Технические характеристики нивелира AL220:

- точность, на 1 км двойного хода: 2,0 мм;
- точность нивелирования на 50 м: 1,2 мм;
- диаметр объектива: 30 мм;
- увеличение: 24 X;
- изображение: прямое;
- угол поля зрения: 1°20';
- наименьшее фокусное расстояние: 0,65 м;
- рабочий диапазон нивелира: до 130м с E-шкалой;
- горизонтальный круг: 360°;
- дискретность отсчета горизонтального круга: 1°;
- тип компенсатора: воздушный;
- рабочий диапазон компенсатора: 15';
- точность установки компенсатора: 0,5";
- вес: 1,4 кг;
- вес футляра: 0,9 кг;
- рабочая температура: от минус 20°C до +50°C;



### Основные характеристики прибор Leica GS07

1	2
Точность 2D (статика)	3 мм + 0,5 ppm
Точность 3D (статика)	6 мм + 0,5 ppm
Точность 2D (RTK)	10 мм + 0,5 ppm (сетевое)
Точность 3D (RTK)	20 мм + 0,5 ppm (сетевое)
Время инициализации	6 с
Каналы (кол-во)	320
Спутниковые системы	GPS, Glonass, Galileo, Beidou, SBAS, QZSS, NaIC L5
Отслеживаемые сигналы	GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2, L32), BeiDou (B1, B2, B32), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E62), QZSS (L1, L2, L5, LEX2), NavIC L53, SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
Поддерживаемые технологии	RTK, RTKplus, SmartCheck, SmartTrack
Каналы (кол-во)	320
Спутниковые системы	GPS, Glonass, Galileo, Beidou, SBAS, QZSS, NaIC L5
Отслеживаемые сигналы	GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2, L32), BeiDou (B1, B2, B32), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E62), QZSS (L1, L2, L5, LEX2), NavIC L53, SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
Поддерживаемые технологии	RTK, RTKplus, SmartCheck, SmartTrack
Уровень защиты	IP68

Точность, надежность и время инициализации оборудования зависят от множества факторов, таких как количество доступных спутников, времени наблюдений, атмосферных условий, количества каналов.

Представленные цифры соответствуют благоприятным условиям проведения измерений.

# Программа AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D – программа, базирующаяся на платформе AutoCAD и предназначенная для проектирования генплана и обработки данных инженерно-геодезических изысканий. Обработка геодезических данных:

- импорт полевых журналов;
- ввод данных КГ;
- уравнивание по методу наименьших квадратов;
- редактирование результатов съемки;
- создание и визуализация поверхностей;
- анализ созданных поверхностей по уклонам, отметкам, разрезам;
- моделирование коридоров;
- построение продольных и поперечных профилей;
- расчет объемов земляных работ;

построение цифровых моделей местности;

Преимущества AutoCAD Civil 3D: динамическая взаимосвязь элементов проекта; динамическое обновление по изменениям в проекте оформленных выходных чертежей, ведомостей и спецификаций; широкий спектр специализированных инструментов и функциональных возможностей, достаточных для реализации всего комплекса проектных задач; средства автоматизации и организации коллективной работы над проектом; платформа AutoCAD и формат DWG.



# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Транспортные магистрали – главные транспортные пути, отличающиеся огромным количеством транспортных потоков, по которым могут проходить пассажирские машины, а также большой грузоподъемный транспорт. Транспортные магистрали бывают международные, общегосударственные и межрайонные.

## **Железнодорожный транспорт.**

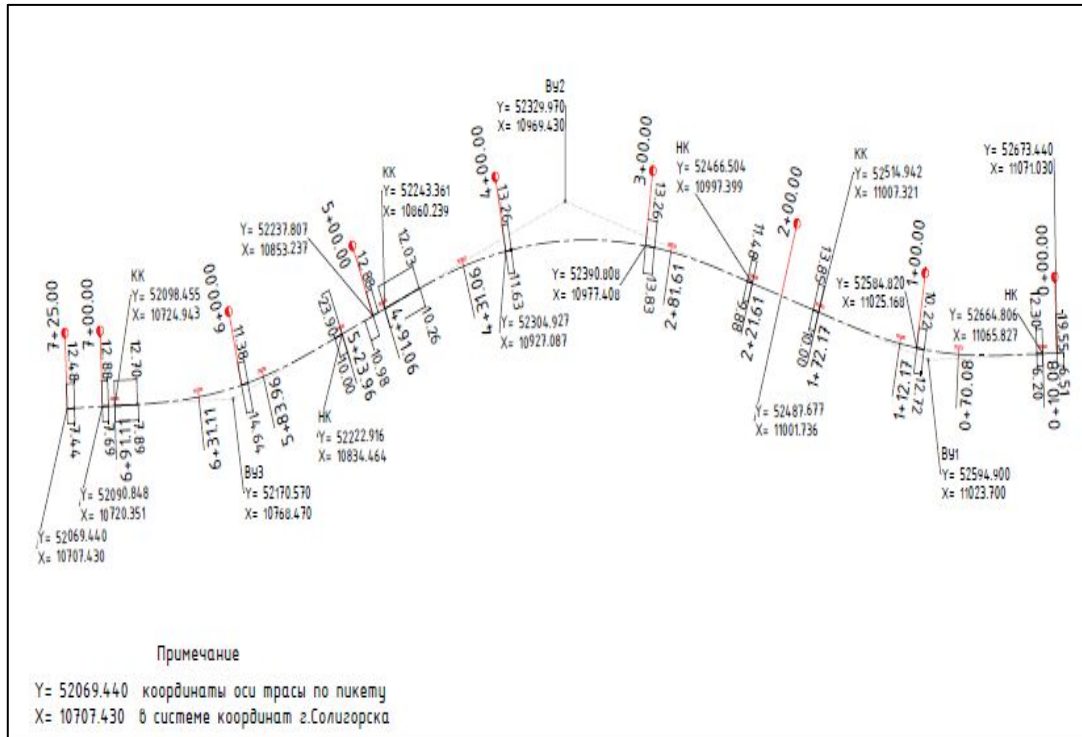
Железнодорожный путь - комплекс инженерных сооружений, образующих в полосе отвода дорогу с направляющей рельсовой колеёй. Рельсовая колея образована из рельсов, шпал, креплений и других элементов, которые вместе составляют верхнее строение пути. Верхнее строение пути укладывают на земляное полотно, представляющее собой заранее подготовленную поверхность земли, которое в совокупности с искусственными сооружениями в местах пересечения железнодорожным путём рек, крупных ручьёв, оврагов образуют нижнее строение пути. К устройствам железнодорожного пути также относят стрелочные переводы, водоотводные и укрепительные устройства, путевые знаки.

## **Автомобильная дорога.**

Включает в себя земляное полотно с водоотводными сооружениями, дорожную одежду, искусственные сооружения, технические средства организации дорожного движения, инженерное оборудование и обустройство, защитные сооружения. Классификация автомобильных дорог. Автомобильные дороги Республики Беларусь включают в себя автомобильные дороги общего пользования и автомобильные дороги необщего пользования.

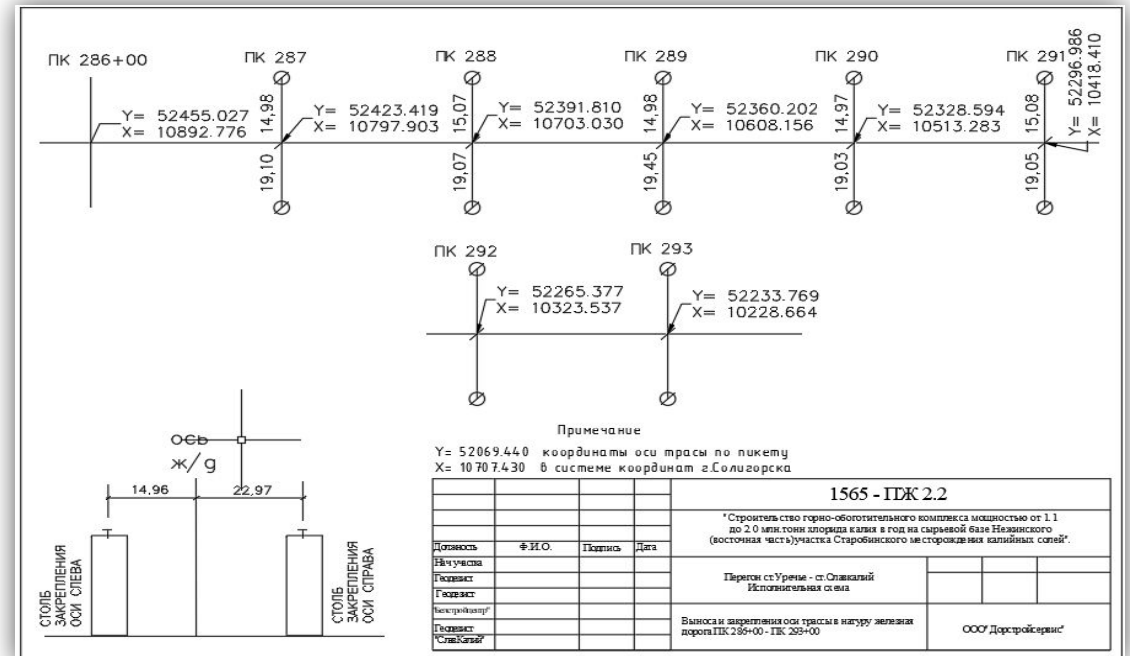
# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

В районе работ имеются четыре закладных пункта с известными координатами и высотами, которые были переданы заказчиком. Сгустили высотное обоснование проложив нивелирный ход четвертого класса нивелиром AL220 от исходных реперов. При помощи GPS оборудования Leica GS07 была произведена выноска и закрепление оси автомобильной дороги ПК0+00-ПК7+25. Выполнена камеральная обработка данных в результате этого получили схему закрепления оси.



При помощи GPS оборудования Leica GS07 была произведена выноска и закрепление железной дороги ПК279+00-ПК296+00. Выполнена камеральная обработка данных в результате этого получили схему закрепления оси. Вдоль дорожного полотна предусмотрены водоотводные каналы– кюветы. Для выполнения земляных работ выполнена детальная разбивка земляного полотна при помощи тахеометра Trimble M5, которая состоит в обозначении на местности в плане и по высоте всех характерных точек поперечного профиля полотна: оси, бровок, кюветов, подошвы насыпей.

На прямолинейных участках трассы поперечники разбивали через 20 м, на криволинейных участках через 10 м, закрепив их кольями. Тахеометром Trimble M5, с помощью обратной засечки разбили подошву откоса для снятия растительного грунта, совместно с разбивкой выполнена съемка существующего земляного полотна.

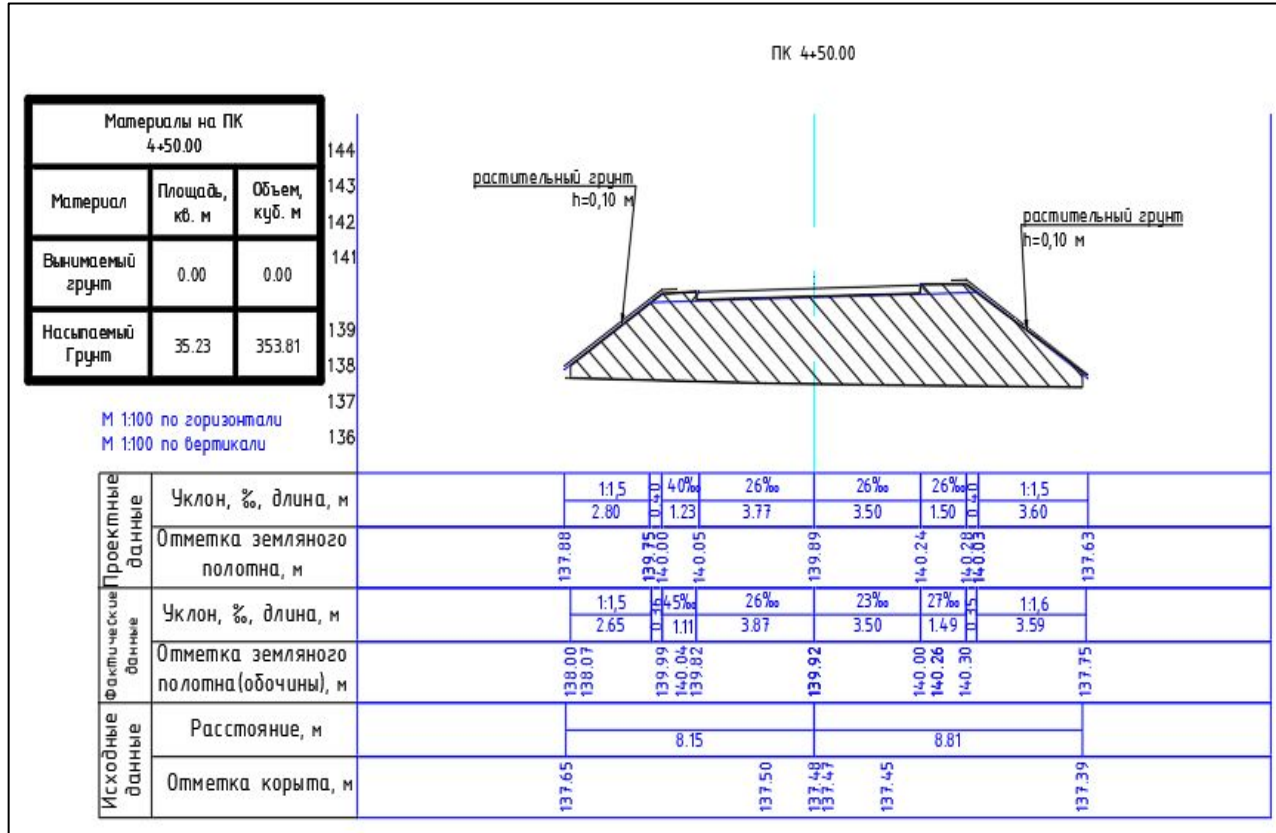






После отсыпки насыпи вчерне для окончательной отделки полотна восстановили ось, бровку и подошву земляного полотна при помощи GPS Leica GS07. Вынесли в натуру проектные отметки нивелиром AL220.

Выполнив окончательную отделку земляного полотна приступили к его исполнительной съёмки прибором GPS Leica GS07, с камеральной обработкой в результате чего получили поперечные профили и объём отсыпки составленные в программе AutoCAD Civil 3D.

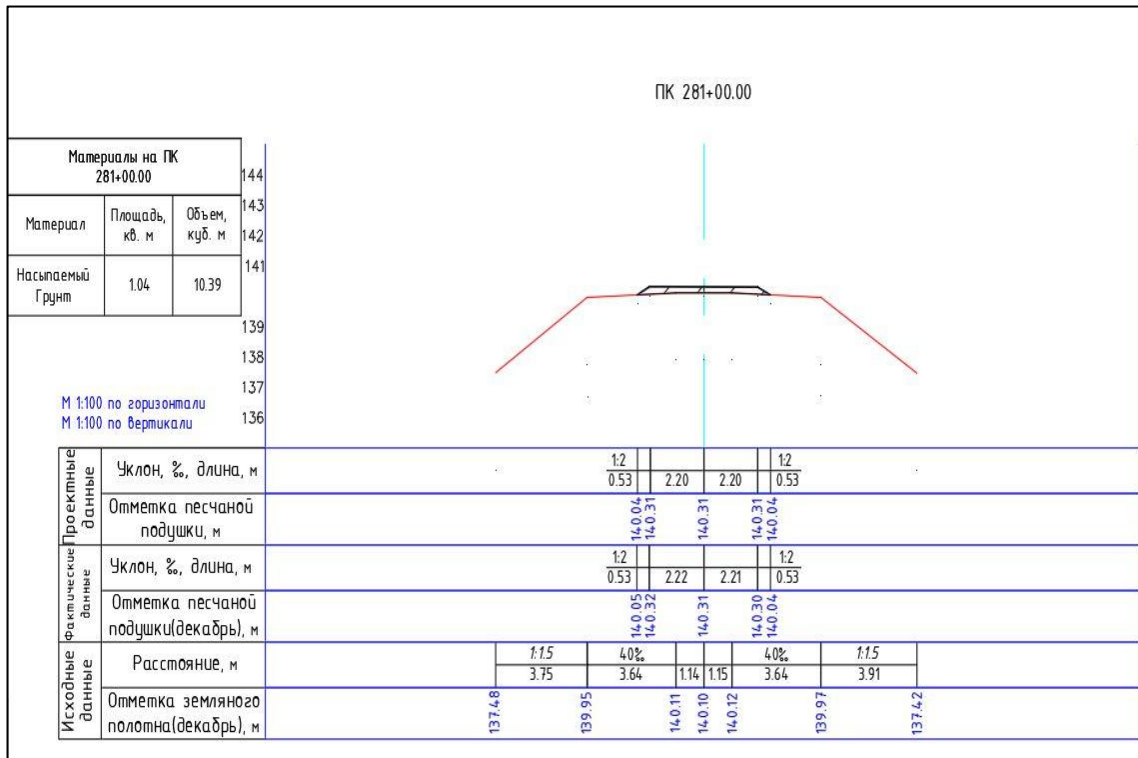


Объемы						
Пикет	Площадь выемки	Площадь насыпи	Объем выемки	Объем насыпи	Суммарный объем выемки	Суммарный объем насыпи
0+00.00	0.70	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
0+20.00	0.05	0.29	5.22	3.28	5.22	3.28
0+40.00	0.02	6.62	3.14	36.65	8.36	39.93
0+50.00	0.05	6.19	0.17	63.40	8.53	103.33
0+60.00	0.08	4.59	0.60	56.32	9.14	159.64
0+80.00	0.05	6.28	1.60	99.45	10.74	259.09
1+00.00	0.01	10.84	0.22	167.08	10.97	426.17
1+20.00	0.00	15.95	0.01	277.52	10.97	703.69
1+40.00	0.00	23.50	0.00	410.44	10.97	1114.13
1+50.00	0.13	21.98	0.53	222.42	1150	1336.55

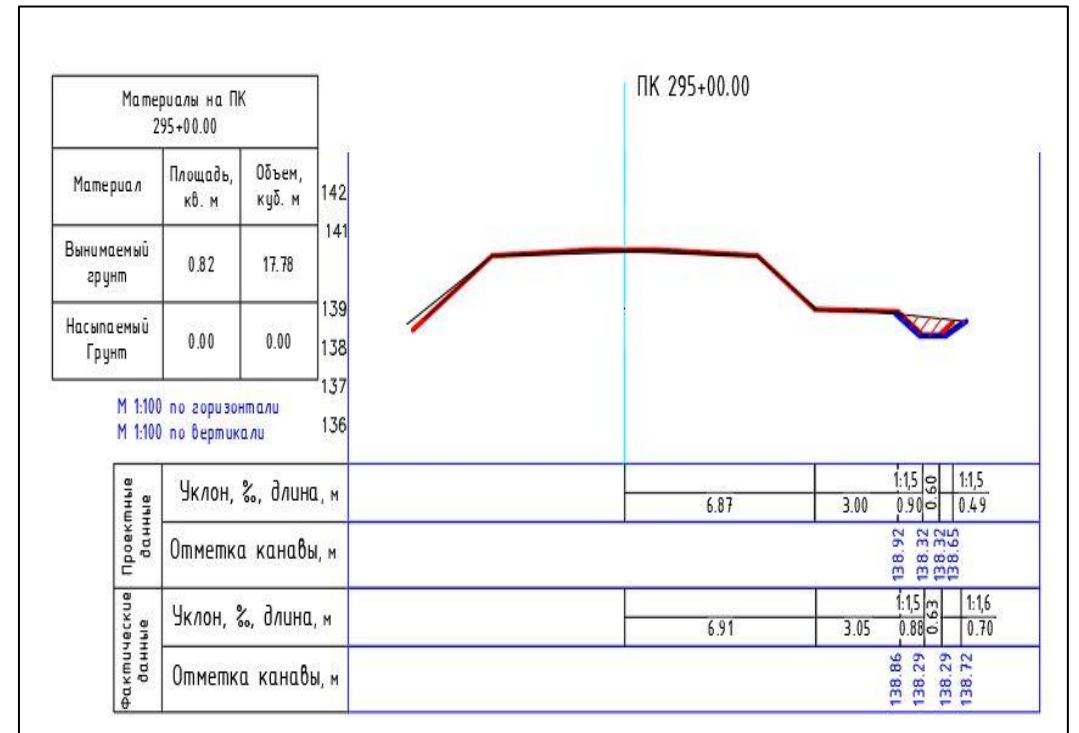
Для лучшего стока воды земляное основание под балластным слоем устроено в виде песчаной подушки. Песчаная подушка в сечении имеет трапецеидальную форму с верхним основанием 4,4 м и высотой 0,20 м.

Когда земляное полотно было сдано, мы приступили к его разбивке. Прибором GPS Leica GS07 были вынесены бровка и подошва песчаной подушки. Вынесли в натуру проектные отметки нивелиром AL220.

Построив песчаную подушку приступают к его исполнительной съёмке прибором GPS Leica GS07. Произвели камеральную обработку, получив поперечные профили и объём отсыпки песчаной подушки.



После сдачи земляного полотна и песчаной подушки приступили к разбивке продольных канав. Для копки вчерне при помощи GPS Leica GS07 выносим бровки канавы. При копке канав контролируем проектные отметки его дна через каждые 5,10 метров. Отрыв канаву вчерне приступили к чистовой разбивке закрепив на местности бровки и подошвы откосов канавы. Вынесли в натуру проектные отметки. Приведя канаву в проектное положение и отметки сделали исполнительную съёмку GPS Leica GS07. Произвели камеральную обработку, получив поперечные профили и объём выемки грунта продольных канав.

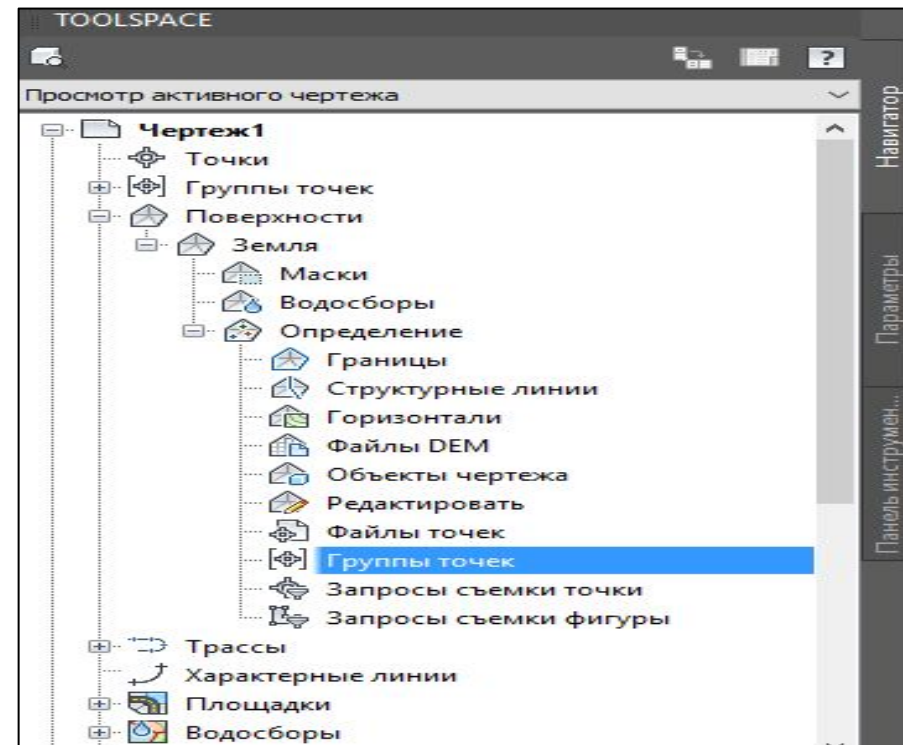
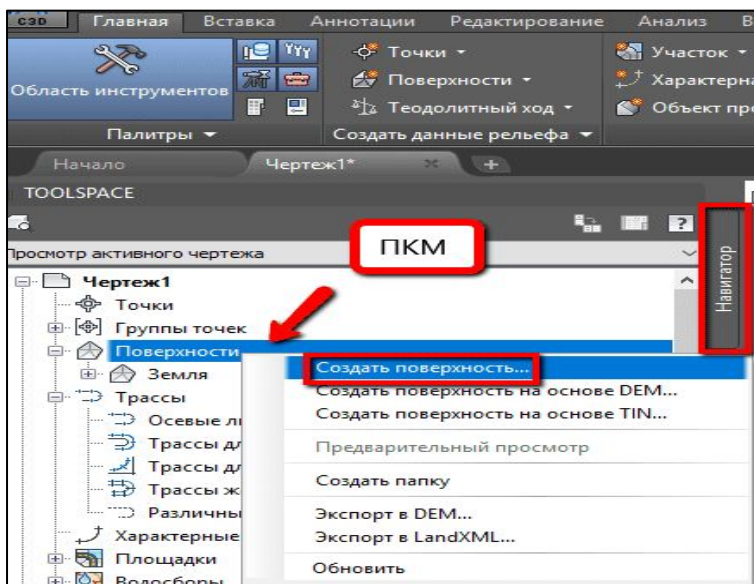


# Камеральная обработка полевых измерений

По собранным полевым материалам в лицензионном программном обеспечении (ПО) AutoCAD Civil 3D были созданы поперечные профили, схемы срезки растительного грунта, ведомости объемов работ грунта, а также схемы закрепления осей автомобильной и железной дороги.

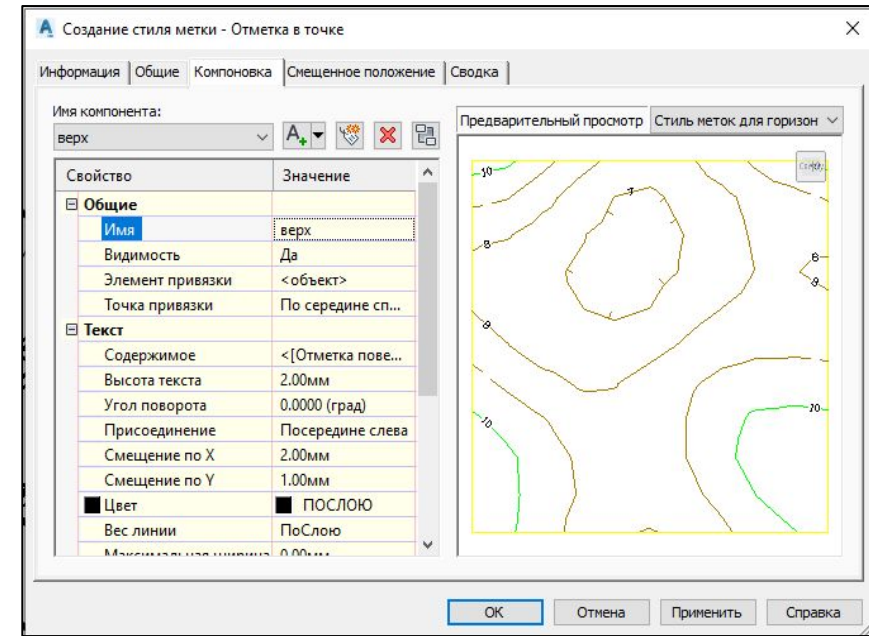
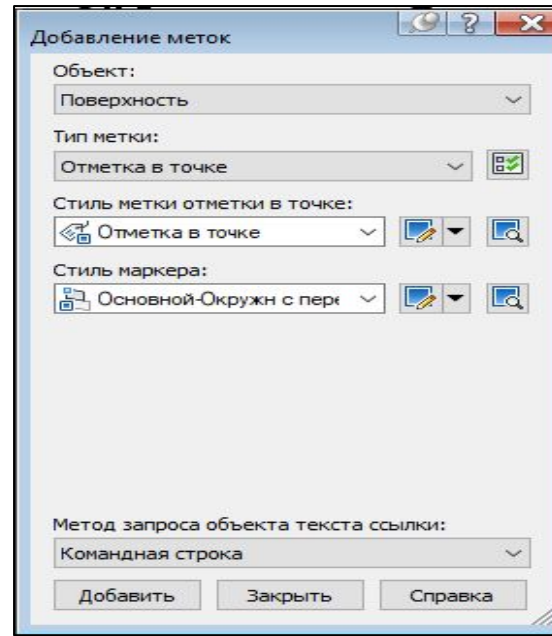
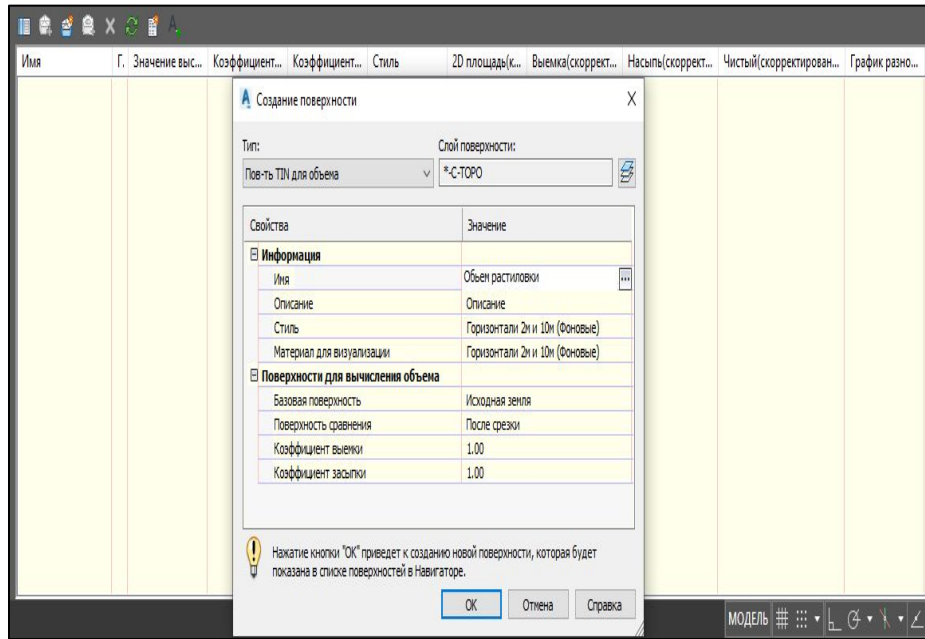
Для создания поперечных профилей и подсчетов объема в AutoCAD Civil 3D выполнили следующие действия:

- импортировали съёмочные точки: вставка – точки из файла – выбрали нужный файл с точками;
- в появившемся окне выбрали очередность вставляемого файла: имя файла, восточное положение, северное положение, отметки, код точки;
- создали поверхности: область инструментов – вкладка навигатор – поверхности – правой кнопкой мыши (ПКМ) на создать поверхность.



Добавили данные в поверхность: область инструментов – вкладка навигатор – поверхности – имя поверхности – определение. Нажали ПКМ и выбрали команду - добавить группу точек

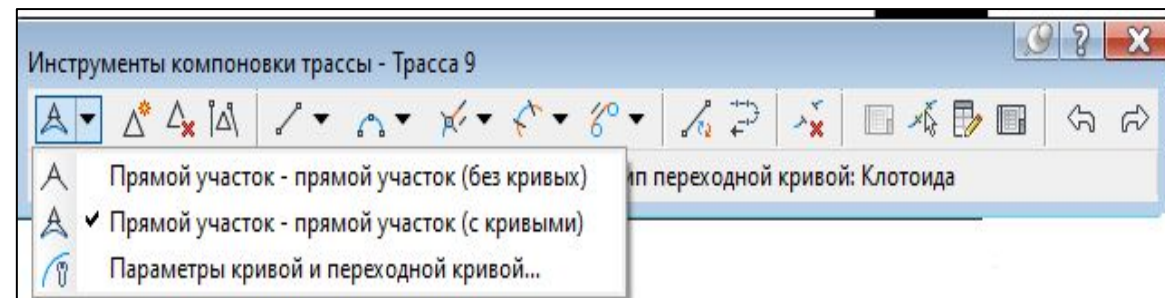
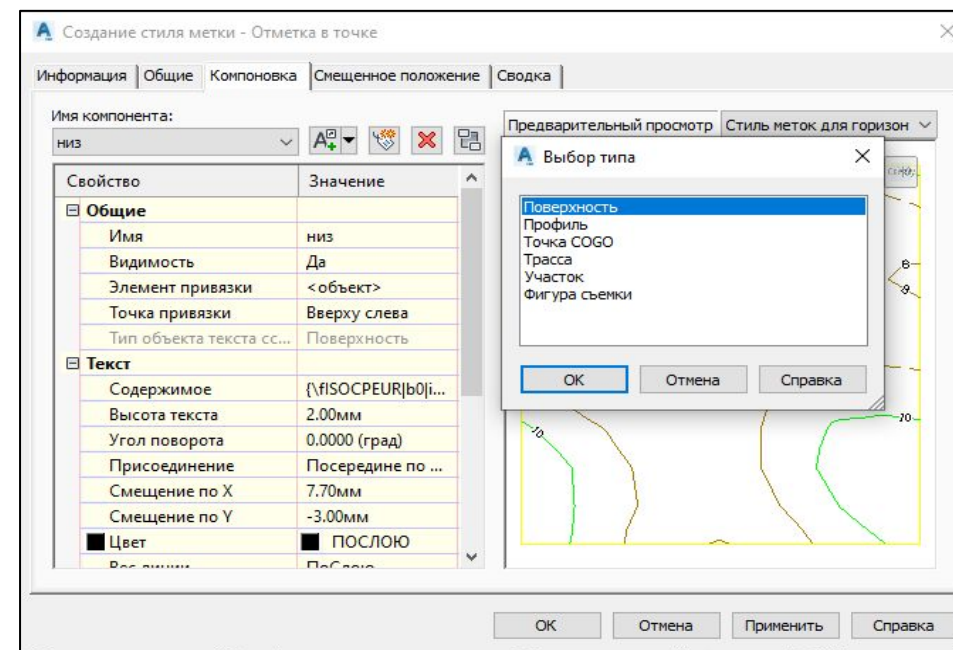
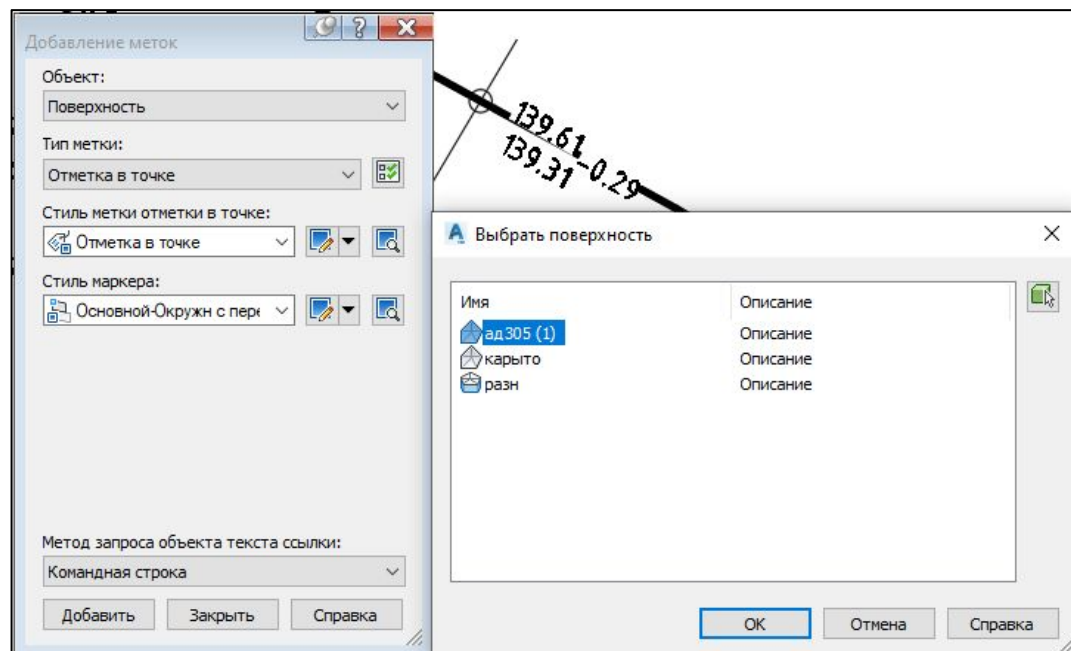
- создали ещё одну поверхность повторяя действия, изложенные в вышеперечисленных пунктах;
- высчитали объём земляных работ: лента – вкладка анализ – пульт управления объемами – создать новую поверхность для вычисления объём.



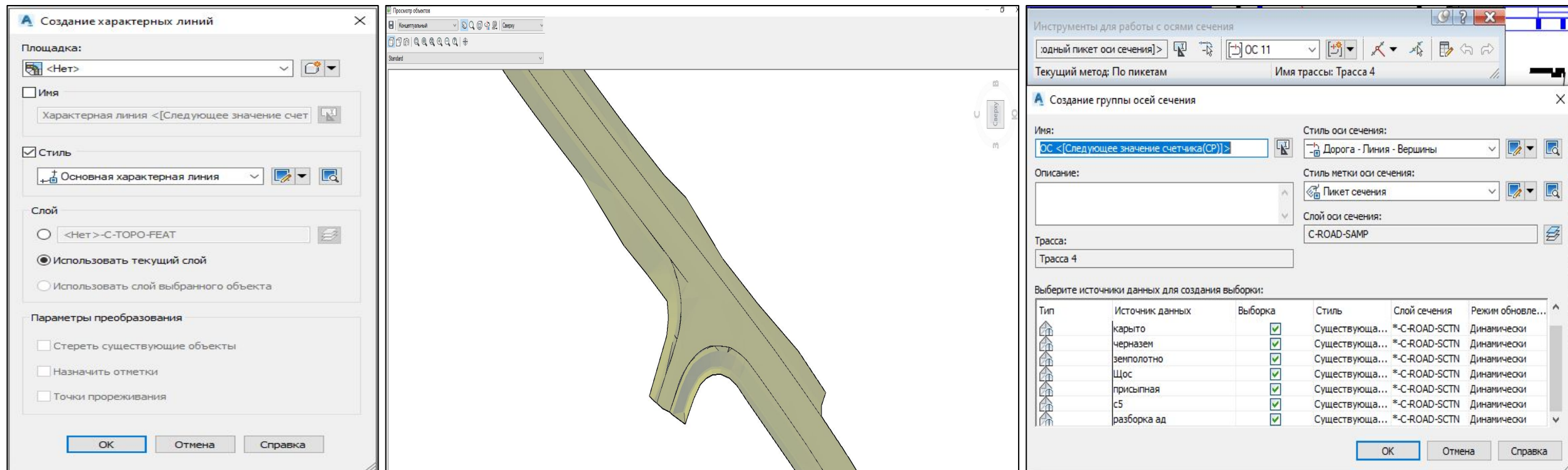
- отредактировали стиль меток – изменили положение отметок и их цвет, а также положение отметок по оси X и Y.

- заходим в пульт управления объемами и найдём результаты сравнения двух выбранных поверхностей: объем выемки, насыпи и чистый объем. Также введём дополнительные коэффициенты к объему выемки и насыпи;
- аннотации – добавить метку – поверхность.

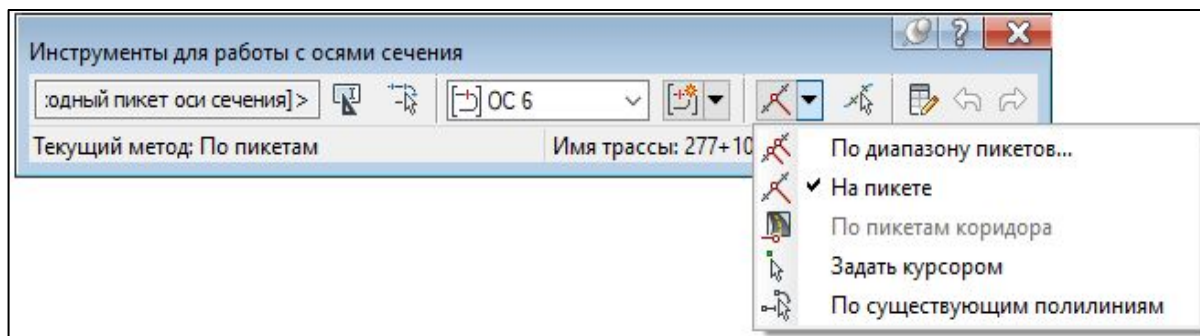
- редактор отметок – текст ссылки – поверхность.
- добавление меток – добавить – в появившемся окне выбрали исходную поверхность, направили курсор в границах поверхности и нажали левой кнопкой мыши (ЛКМ). Отобразилась отметка до снятия плодородного слоя в видовом экране. Далее нажимаем Enter и выбираем поверхность, после снятия плодородного слоя. Нажимаем снова Enter и выбираем поверхность для вычисления объёма.
- проставляем метки по осям и краям поверхности. В результате получили исполнительную схему и объём снятия плодородного слоя;
- в программе AutoCAD Civil 3D ввели координаты точек оси начала и конца границы работ, а также все точки начала и конца кривой. По полученным точкам создали трассу: трасса-инструмент создания трасс-прямой участок (с кривыми).



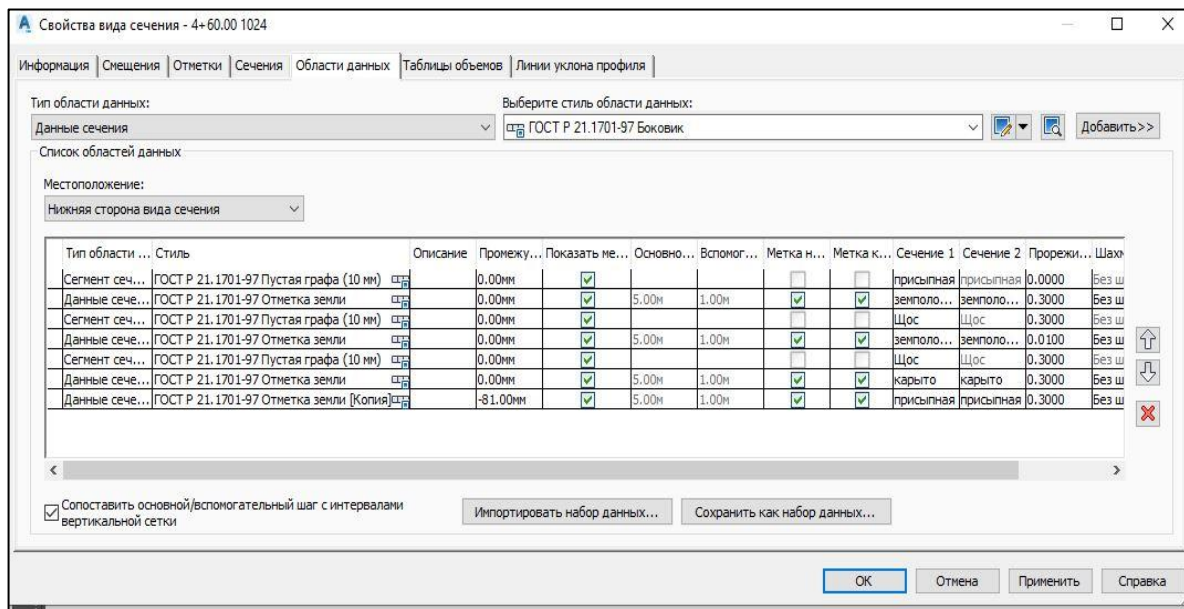
- после создания трассы (оси) составляем проект в программе AutoCAD Civil 3D путём отложения расстояния от оси до песчаной подушки, бровки и подошвы земляного полотна, бровок и дна канавы. Расстояние берем с проектных поперечников;
- для построения проекта в 3D модели: по оси, бровки и подошвы земляного полотна, песчаной подушки, продольной канавы проводят характерные линии с указанием отметок на каждом поперечнике которые берутся из проекта. Главная – характерная линия – создать характерную линию.
- в результате получили 3D модель дороги на котором можно наглядно увидеть нашу дорогу и обнаружить ошибки, допущенные при построении. Ошибку в отметках можно просмотреть в редакторе отметок: характерная линия – редактор отметок. В этом окне будут показаны все отметки по пикетам, которые можно изменить, нажав два раза ЛКМ на отметку, введя новую.
- создали оси сечения: создать оси сечения – выбрали созданную нами ранее трассу. Выбирали элементы, которые будут отображаться на сечениях



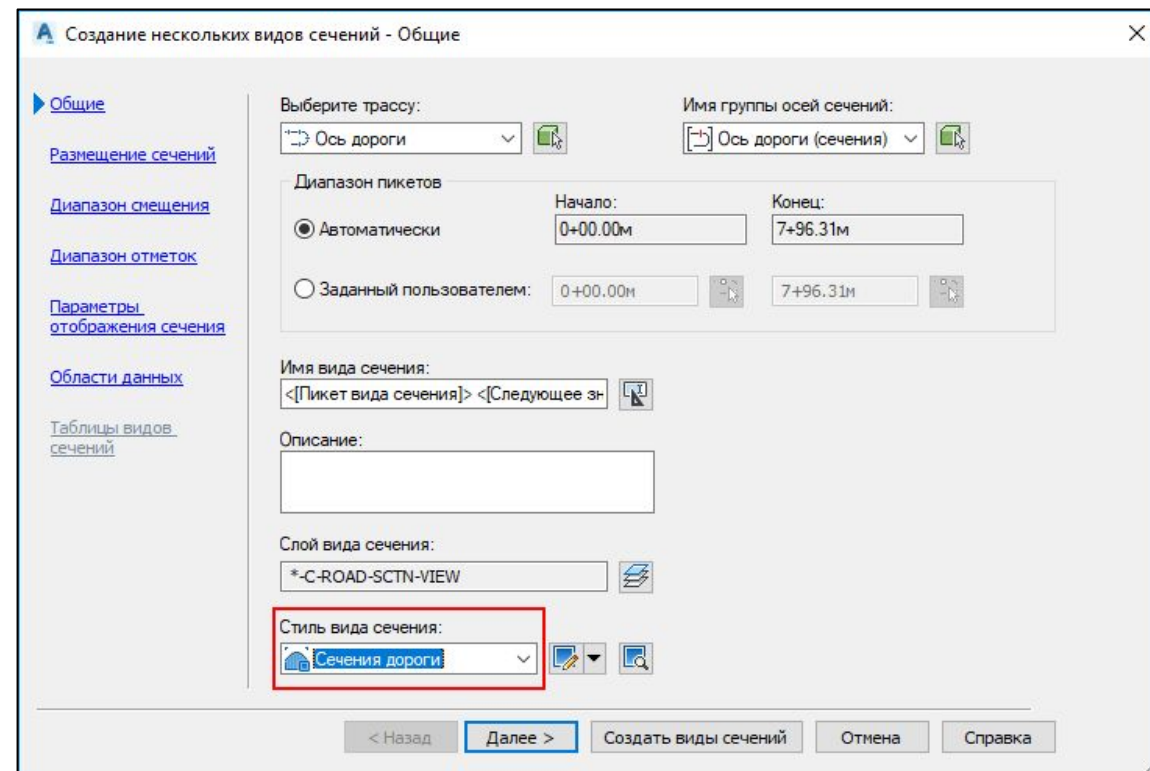
- отобразилось окно «инструменты для работы с осями сечения» - выбрали пункт по диапазону пикетов. В блоке «диапазон пикетов» настроили от ПК 279+00 по 296+00 будут построены сечения.



- в области данных настроили параметры.



- виды сечения – создать несколько видов сечения - общие - стиль вида сечения - сечения дороги.



- в видовом экране нажали на свободное место где отобразились поперечные профиля.