

ФГБОУ ВО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ»

КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



АВТОР: К.Т.Н., ДОЦ. А.И. ДАНИЛОВИЧ

СОДЕРЖАНИЕ

1. **Общие положения**
2. Электронные тахеометры
3. **Создание нового проекта и запись координат и высот точек съёмочного обоснования**
4. Порядок работы на станции
5. **Съёмка ситуации и рельефа**
6. Экспорт данных съёмки
7. **Построение топографического плана в программе «CREDO ТОПОПЛАН»**
8. Вопросы для самоконтроля

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Важнейшими средствами геодезических измерений в настоящее время являются электронные тахеометры и спутниковые навигационные системы.

Вопросы, связанные с применением спутниковых навигационных систем, будут рассмотрены в разделе высшей геодезии.

В настоящем разделе рассматривается вопрос применения электронных тахеометров при наземной съемке местности.

В **Таблица 1** – приведены основные характеристики наиболее распространенных в геодезической практике электронных тахеометров.

Фирма производитель	Страна	Точность измерения		Цена в зависимости от модели
		Углов	Расстояний	
LEICA	Швейцария	1" - 9"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
SOKKIA	Япония	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
TOPCON	Япония	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
TRIMBLE	США	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
GEOMAX	Швейцария	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
NIKON	Япония	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
SPECTRA PRECISION	Япония	2" - 5"	1 – 5 мм	от 400 тыс. до 1,5 млн. руб.
УОМЗ	Россия	2" - 3"	2 - 5 мм	350-450 тыс. руб.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ

Тахеометр (от др.-греч. ταχύς, род. пад. ταχέος — «быстрый») - геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, длин линий и превышений.

Электронный тахеометр - тахеометр, выполненный в едином электронно-оптическом блоке, предназначенный для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов и определения значений их функций (ГОСТ 51774–2001 Тахеометры электронные).

Комплект электронного тахеометра Leica Builder 509

Для производства тахеометрической съемки электронным тахеометром используется специальная телескопическая веха.



ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ

Электронный тахеометр Leica Builder 509



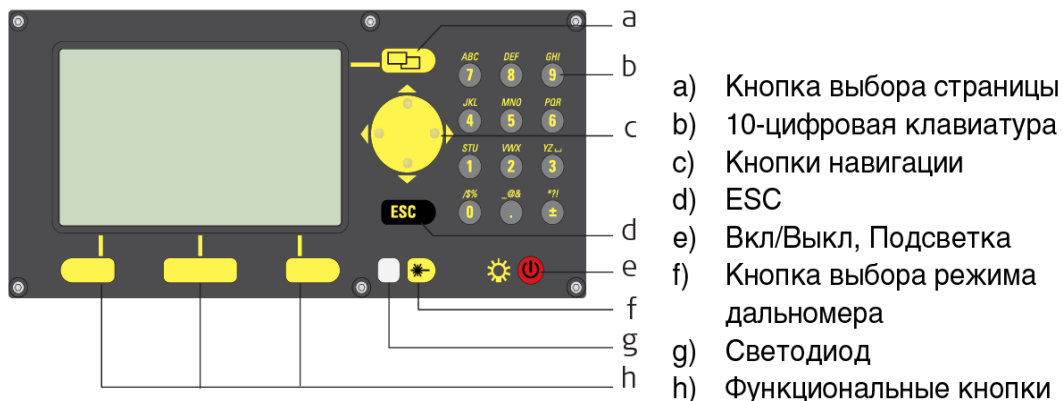
1. Bluetooth антенна.
2. Отделение с USB-портом для подключения карты памяти или USB-кабеля.
3. Зрительная труба с встроенным дальномером.
4. Клавиша переключателя.
5. Наводящий винт горизонтального круга.
6. Кнопка включения.
7. Фокусирующее кольцо зрительной трубы.
8. Окуляр.
9. Батарея.

Принцип действия встроенного светодальномера основан на фазовом методе измерения расстояний. Возможны два режима измерений:

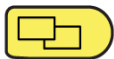
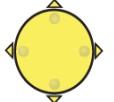
- с помощью красного лазера (без отражателей)
- в режиме точно/быстро (с отражателями).

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ

Клавиатура электронного тахеометра Leica Builder 509



На всех моделях Builder:

Кнопка	Описание
	Переходит табулятором по панели управления.
	<ul style="list-style-type: none"> Двигает фокус на дисплее Входит в режим редактирования в редактируемых полях Контролирует панель ввода в режиме редактирования и ввода данных

	<ul style="list-style-type: none"> Выход из открытого на данный момент окна или меню без сохранения сделанных изменений. Если включен режим ТЕОД: удерживайте примерно 5 секунд, чтобы войти в режим Системная информация.
	<ul style="list-style-type: none"> Служит для включения инструмента. Если инструмент включен: <ul style="list-style-type: none"> одним нажатием включается/выключается подсветка дисплея, в том числе освещение сетки удерживайте примерно 5 секунд, чтобы выключить инструмент
	Соответствуют трем дисплейным клавишам, которые появляются внизу дисплея при его активации.
	<ul style="list-style-type: none"> Кратковременное нажатие: вход в режим настроек дальномера Длительное нажатие: переключение между режимами красной лазерной точки и точно/быстро
	Буквенно-цифровые кнопки

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ

Панель управления электронного тахеометра Leica Builder 509

КОНФИГ ТЕОД ПРОГРАМ ДАННЫЕ

КОНФИГ	Режим "Конфигурация"
ТЕОД	Режим "Теодолит"
ПРОГРАМ	Режим "Программирование"
ДАННЫЕ	Режим "Управление данными"

<- Панель управления

При работе с электронным тахеометром, как правило, не ведут журнал для записи результатов измерений. Составление и ведение соответствующего абриса является обязательным.

Большинство тахеометров имеют схожие функции. Приведенная ниже технология подходит практически для любого тахеометра.



Выделим основные этапы работы с тахеометром при производстве тахеометрической (топографической) съемки.

СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА И ЗАПИСЬ КООРДИНАТ И ВЫСОТ ТОЧЕК СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Режим ДАННЫЕ используется для:

- создания, просмотра и удаления данных
- установки параметров обмена данными

Вход в режим

Шаг	Описание
1.	Включите инструмент, нажав кнопку  .
2.	Отнивелируйте инструмент. для более подробной информации.
3.	Нажимайте на кнопку  до тех пор, пока не будет активирован режим ДАННЫЕ .

Пример изображения на экране в режиме управления данными

КОНФИГ	ТЕОД	ПРОГРАМ	ДАННЫЕ
Проект:	DEFAULT		
Тип :	Твердая точка		
Тчк :	P10011		
E :	25.000 m		
N :	-4.700 m		
H :	0.500 m		
RS232		ТОЧКИ	ПРОЕКТ

RS232

Установка параметров обмена данными.

ТОЧКИ

Вход в режим управления точками.

ПРОЕКТ

Вход в режим управления проектами.

Строка	Описание
<Проект:>	Название текущего проекта.
<Тип:>	Твердая точка, Измерение и Результат
<Тчк:>	Активный идентификатор точек.
<E:>	Ордината
<N:>	Абсцисса
<H:>	Высота



СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА И ЗАПИСЬ КООРДИНАТ И ВЫСОТ ТОЧЕК СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Проекты

Файлы проектов содержат данные различных типов, например о твердых точках, выполненных измерениях, результатах и т.п. Для задания проекта необходимо указать его название, имя оператора и примечание. Система сама пропишет дату и время создания проекта.




Текущий проект – это проект, в который сохраняются данные. Всегда есть какой-то проект, который считается текущим. Проект, называемый «**По умолчанию**», всегда присутствует в приборе и является текущим до тех пор, пока пользователь не создаст и не выберет другой проект.

Создание нового проекта




Шаг	Описание
	Убедитесь, что активирован режим ДАННЫЕ .
1.	Нажмите ПРОЕКТ , чтобы войти в режим управления проектами.
2.	Нажмите НОВЫЙ , чтобы создать новый проект.
3.	Введите название нового проекта.
4.	Подтвердите изменение, нажав ОК .
	Новый проект установлен как текущий.

СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА И ЗАПИСЬ КООРДИНАТ И ВЫСОТ ТОЧЕК СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Просмотр и выбор проектов

Шаг	Описание
	Убедитесь, что активирован режим ДАННЫЕ .
1.	Нажмите ПРОЕКТ , чтобы войти в режим управления проектами.
2.	Нажмите  для просмотра и выбора проектов.
3.	Подтвердите изменение, нажав ОК .
	Новый проект установлен как текущий.

Удаление проекта




Шаг	Описание
	Убедитесь, что активирован режим ДАННЫЕ .
1.	Нажмите ПРОЕКТ , чтобы войти в режим управления проектами.
2.	Нажмите  для просмотра и выбора проектов.
3.	Нажмите УДАЛИТЬ .
4.	Подтвердите, нажав ДА .
	Выбранный проект удален. Данные не восстанавливаются.

Создадим новый проект:

ДАННЫЕ → **ПРОЕКТ** → **НОВЫЙ** → **ПРОЕКТ1** → **ОК**

Далее необходимо ввести информацию о точках съёмочного обоснования, которая должна обязательно содержать идентификатор точки, ординату, абсциссу и/или высоту.

Создание новой твёрдой точки

Шаг	Описание
	Убедитесь, что активирован режим ДАННЫЕ .
1.	Нажмите  для установки <Тип:> Твёрдая точка .
2.	Нажмите ТОЧКИ для входа в режим управления точками.
3.	Нажмите НОВ.ТЧК для создания новой твёрдой точки.
4.	Введите идентификатор точки, ординату, абсциссу и/или высоту.
5.	Подтвердите изменение, нажав ОК .
	Новая точка создана.

Пример: **ДАННЫЕ** → **ТИП** → **Твёрдая точка** → **ТОЧКИ** →
216 X = 4255.70 Y = -2009.00 H = 110.19 Ok
225 X = 4212.94 Y = -2380.90 H = 113.45 Ok
101 X = 4274.44 Y = -2126.07 H = 113.83 Ok
102 X = 4186.50 Y = -2256.69 H = 113.11 Ok

ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТАНЦИИ

1. Установка прибора в рабочее положение (центрирование и горизонтирование).
2. Включение электропитания прибора.
3. Выбор проекта, в котором будут храниться данные измерений.
4. Установка точки стояния.

Режим «Координаты» используется для установки прибора по отношению к местной или государственной системе координат. Все последующие определяемые точки показываются по отношению к выбранной системе координат. Установка по координатам над заданной точкой используется для установки прибора над заданной точкой и ориентирования по заданному дирекционному углу или максимум по пяти твердых точек. Если применяется несколько твердых точек, на экране выводится результат качества ориентировки.

КОНФИГ ТЕОД ПРОГРАМ ДАННЫЕ

СКО привязки : + 0° 00' 04"

Точность контр. точки

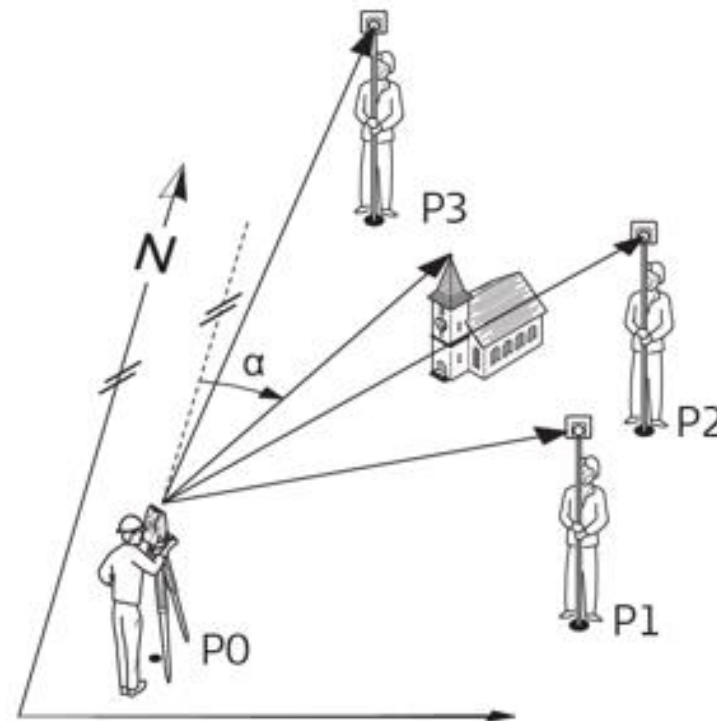
PT0004 : + 0° 00' 04"

PT0003 : + 0° 00' 00"

PT0002 : - 0° 00' 05"

ПОВТОР Удаление или повторное измерение на последнюю ориентирную точку.

ОК Принятие вычисленных/измеренных значений.



P0 Заданная точка стояния
P1 твёрдая точка
P2 твёрдая точка
P3 твёрдая точка
 α дирекционный угол

ПОВТОР



ОК

СЪЁМКА СИТУАЦИИ И РЕЛЬЕФА


Прикладная программа «**Съёмка**» используется для измерения неограниченного количества точек. В программе показываются *ордината, абсцисса и высота* (в зависимости от используемого метода установки).

В прикладной программе «**Съёмка**» на графическом дисплее отображаются положение станции, используемые контрольные точки, отражатель, а также последние 50 измеренных точек.

Элемент	Описание
	Станция
	Контрольная точка
	Отражатель

Элемент	Описание
	Измеряемая точка
	Абсцисса
	Контрольная линия

ЭКСПОРТ ДАННЫХ СЪЁМКИ

Вход в режим: Нажимайте на кнопку  до тех пор, пока не будет активирован режим **ДАННЫЕ**.

КОНФИГ > ТЕОД > ПРОГРАМ **ДАННЫЕ**
Проект: ПРОЕКТ1
Тип : Твердая точка <>
Точка : 4 <>
Y : 7.550 м
X : 4.649 м
H : 0.803 м
ИМП/ЭКС **ТОЧКИ** **ПРОЕКТ**

ИМП/ЭКСП Импорт данных или экспорт полевых данных на USB карту памяти.
ТОЧКИ Вход в режим управления точками.
ПРОЕКТ Вход в режим управления проектами.

Строка	Описание
<Проект:>	Название текущего проекта.
<Тип:>	Твердая точка, Измерение и Результат
<Тчк:>	Активный идентификатор точек.
<Y:>	Ордината
<X:>	Абсцисса
<H:>	Высота

Возможен обмен данными между внутренней памятью прибора и подключаемой USB картой памяти. Есть два различных варианта такого обмена - Импорт и Экспорт. Задача импорта загрузить файл GSI с карты памяти USB в рабочий проект во внутренней памяти, Экспорт служит для извлечения данных из проекта в файл GSI, который помещается USB карту памяти. Доступ к экрану Импорта и Экспорта осуществляется экранной кнопкой ИМП/ЭКС на странице **ДАННЫЕ**.

КОНФИГ > ТЕОД > ПРОГРАМ **ДАННЫЕ**
Обмен данными с USB-флешкой
Способ обмена: Экспорт <>
Тип данных : Измер. +тв. точки <>
Проект : **ПРОЕКТ1** <>
0%
OK

ЭКСПОРТ ДАННЫХ СЪЁМКИ

Строка	Опция	Описание
<Способ обмена:>	Экспорт	Экран экспорта установлен по умолчанию.
	Импорт	Переключение на экран импорта.
<Тип данных:>	Измерения	Экспорт только данных измерений.
	Измер.+Тв.точки	Экспорт данных измерений и твердые точки.
	Твердые точки	Экспорт только твердых точек.
<Проект:>		Выбор нужного проекта. Последний используемый проект выбирается по умолчанию.

Имя получающегося файла GSI автоматически создается соответственно имени выбранного проекта!

Файл сохраняется в папке Data на USB карте памяти!

Для поддержки обмена данными между Leica TPS и ПК через кабель данных, USB карту памяти или Bluetooth, применяется простая программа «**Construction Data Manager**», входящая в комплект поставки.

Подготовленный таким образом текстовый файл используется в программе **CREDO** **ТОПОПЛАН** для построения топографического плана участка местности.

Construction Data Manager

Файл Редактировать Импл/Экспорт Настройки Инструменты ?

Выгрузить в тахеометр Загрузить из тахеометра Просмотр данных

Имя точки	Север	Восток	Высота	Описание
216.	425570,000	-200900,000	110,190	
225.	421294,000	-238090,000	113,450	
101.	427444,000	-212607,000	113,830	
102.	418650,000	-225669,000	113,110	
17.	433532,000	-208935,000	114,040	
18.	433096,000	-203815,000	113,480	
19.	429017,000	-208014,000	112,900	
20.	422400,000	-210379,000	112,240	
21.	416648,000	-212295,000	112,080	
22.	416153,000	-213766,000	112,020	
23.	418415,000	-217243,000	112,930	
24.	421488,000	-213992,000	113,050	
25.	421915,000	-217824,000	113,550	
26.	426338,000	-218944,000	151,830	
27.	431624,000	-220603,000	115,600	
28.	434130,000	-216988,000	115,530	
29.	430102,000	-214531,000	114,570	
30.	418410,000	-217231,000	112,940	
31.	413659,000	-216303,000	112,040	
32.	414697,000	-220882,000	112,020	
33.	415215,000	-226033,000	112,160	
34.	414107,000	-232050,000	112,040	
35.	419644,000	-231573,000	113,330	
36.	420526,000	-224201,000	113,530	
37.	424751,000	-225290,000	114,500	
38.	424954,000	-230948,000	114,500	
39.	430626,000	-230213,000	115,600	

Вставить тчк перед текущей Вставить тчк после текущей Добавить точку в конец

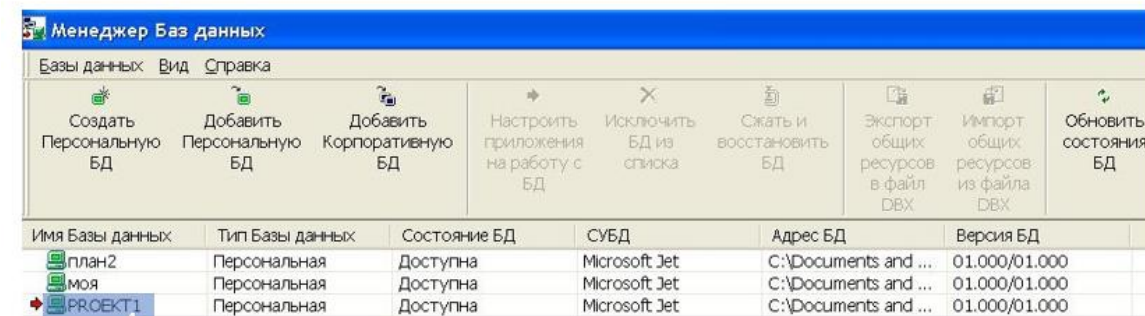
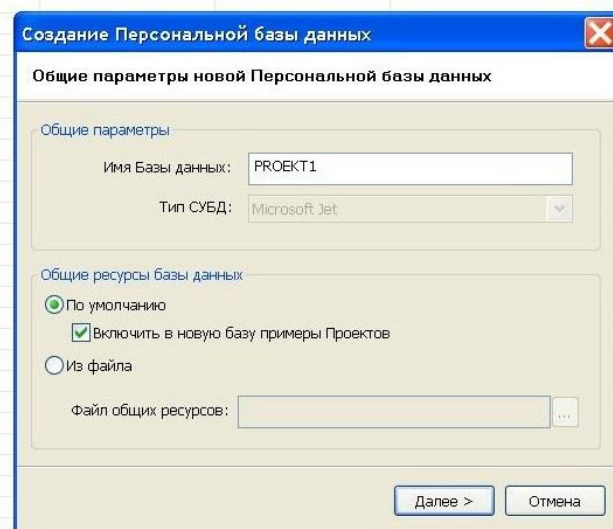
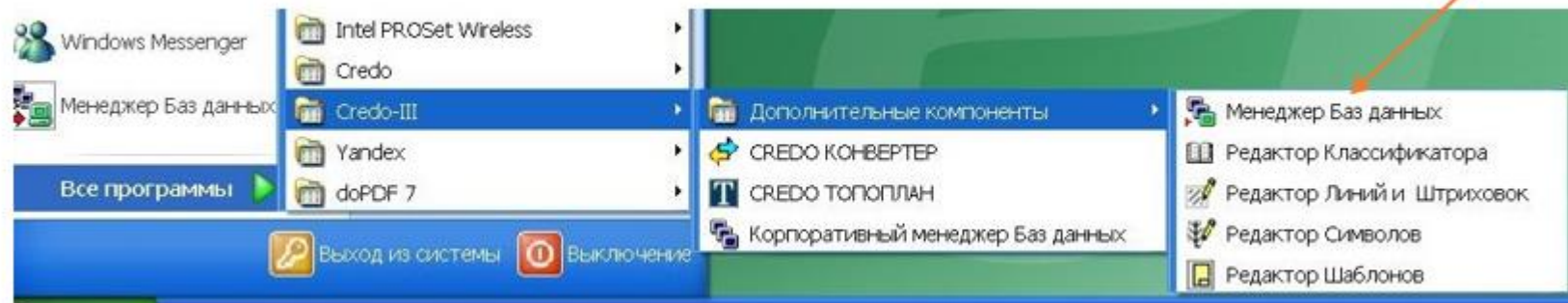
Тахеометрия 5Та5 ТОПОПЛАН.TXT Соединение: "USB" Единицы измерения: Метры

ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

1. Создание базы данных.



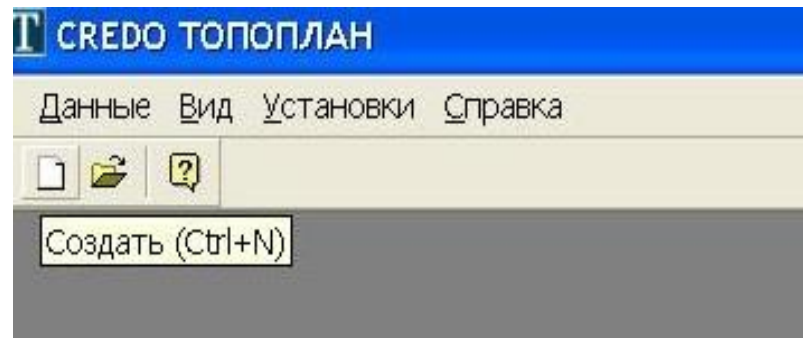
Имя Базы данных	Тип Базы данных	Состояние БД	СУБД	Адрес Б...	Версия БД
план2	Персональная	Доступна	Microsoft Jet	C:\Documents and ...	01.000/01.000
моя	Персональная	Доступна	Microsoft Jet	C:\Documents and ...	01.000/01.000



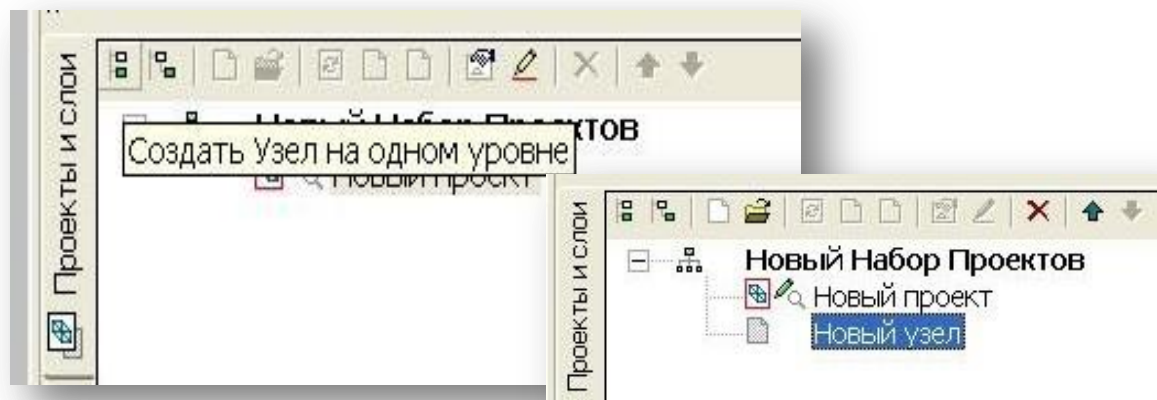
Созданная
База данных

ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

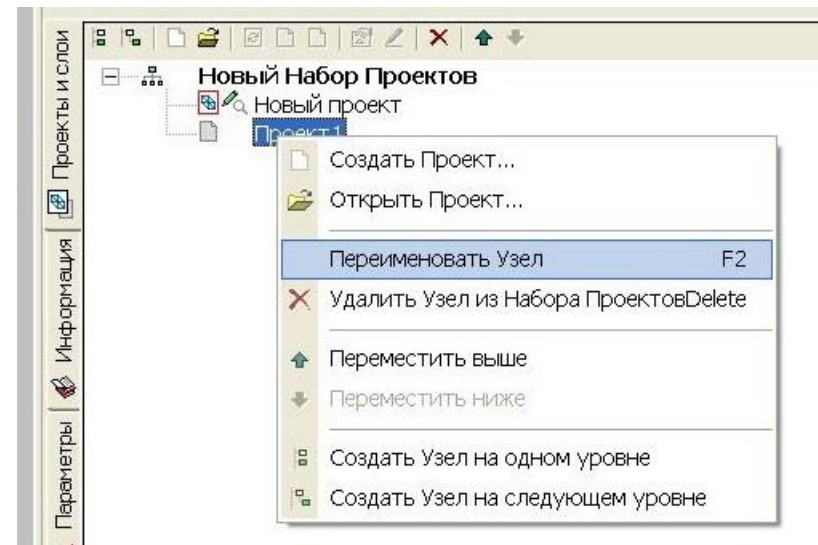
2. Создание нового проекта в программе «CREDO ТОПОПЛАН».



1) Создание нового узла на одном уровне

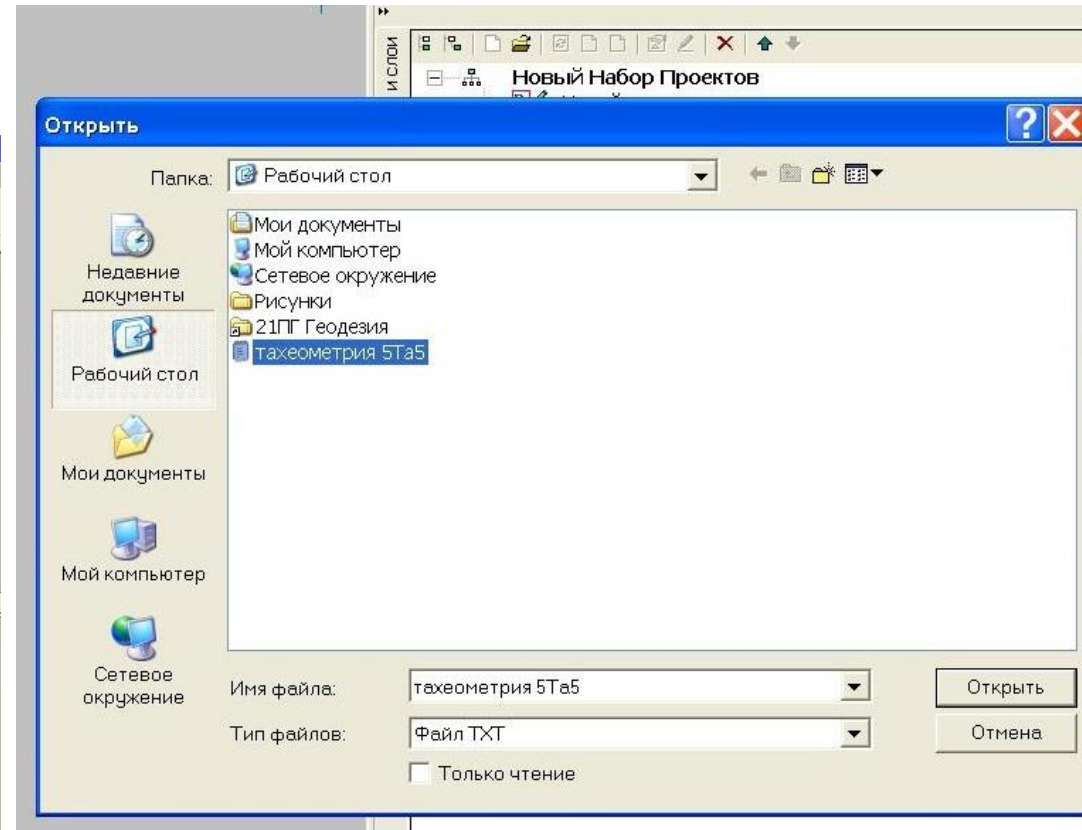
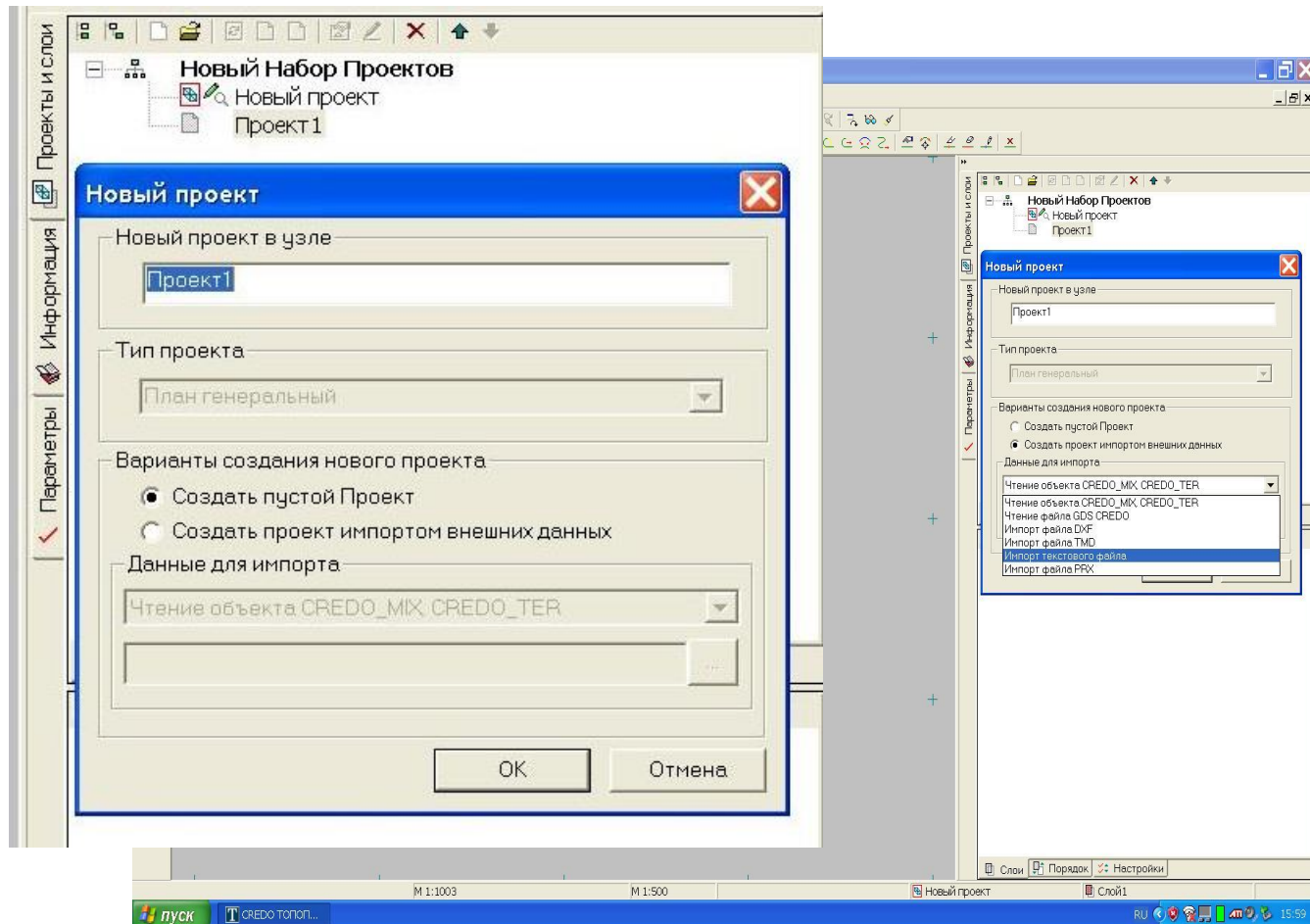


2) Переименование нового узла



ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

3) Создание нового проекта из текстового файла



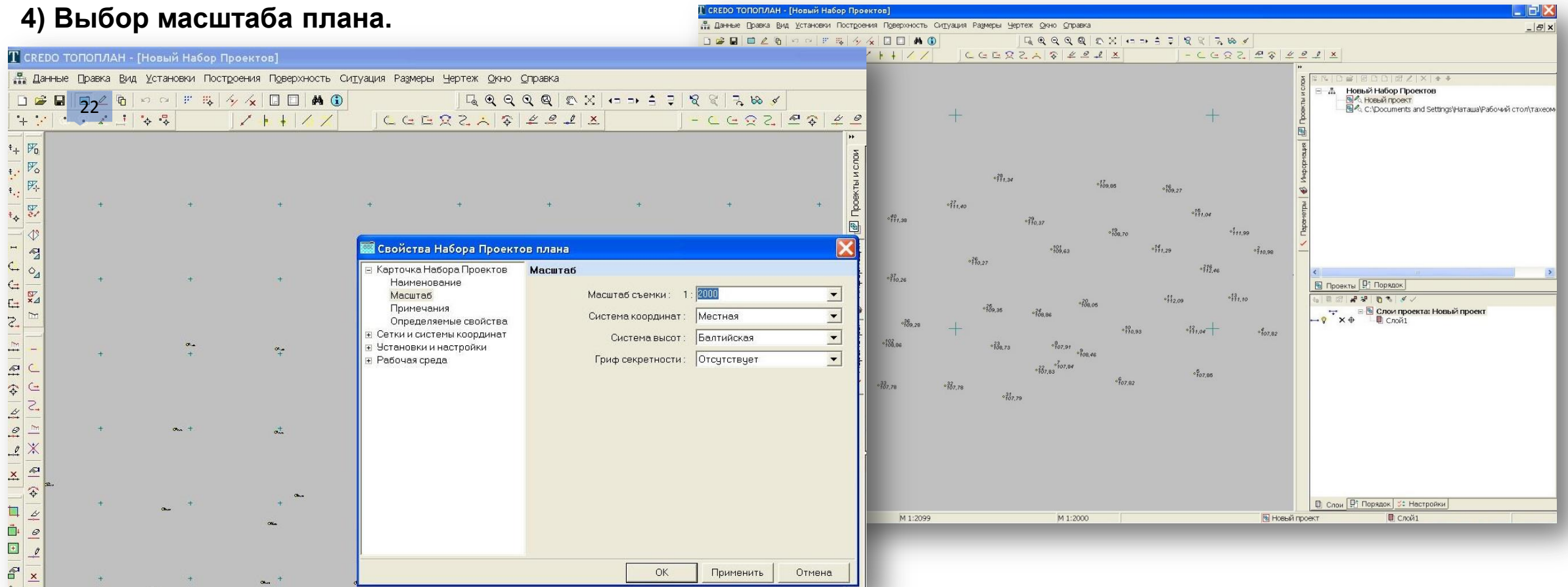
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

The image displays a multi-windowed software application interface for creating a topographic plan. The main windows are titled "Универсальный импорт пунктов" (Universal import of points) and contain lists of coordinate data. A context menu is visible over the first window, with options like "Удалить помеченные строки" (Delete marked rows) and "Выбрать все" (Select all). A dialog box titled "CREDO ТОПОПЛАН" is overlaid on the right, asking "Шаблон был модифицирован. Сохранить?" (Template was modified. Save?). The data in the windows is as follows:

Имя	X	Y	Z
216	4255.7000000000	-2009.0000000000	112.46...
225	4212.4000000000	-2380.0000000000	109.19...
101	4274.1426655440	-2125.0000000000	109.63...
102	4186.0692778303	-2256.0000000000	108.86...
1	4290.7100085712	-1985.7000000000	111.99...
2	4273.1928816204	-1967.0000000000	110.97...
3	4250.2597442057	-1936.6000000000	107.84...
4	4196.9053957245	-1963.9000000000	107.82...
5	4157.9332926634	-2014.2000000000	107.84...
6	4150.9240227463	-2075.0000000000	107.81...
7	4166.2182912687	-2122.3000000000	107.83...
8	4184.2026403247	-2124.3000000000	107.91...
9	4177.2799240195	-2104.8000000000	108.45...
10	4198.9570084952	-2069.0000000000	
11	4227.6986425116	-2036.6000000000	
12	4198.6306736528	-2019.7000000000	
13	4228.7696042819	-1986.6000000000	
14	4274.5576647301	-2046.0000000000	
15	4308.3654250848	-2015.0000000000	
16	4330.7850814514	-2037.0000000000	
17	4335.1008574772	-2089.0000000000	
19	4289.9704201716	-2080.0000000000	
20	4223.7724142794	-2103.0000000000	
22	4161.2149122847	-2137.0000000000	
23	4183.7501117230	-2172.0000000000	
24	4214.5573023316	-2139.0000000000	
25	4218.7377112268	-2177.0000000000	
26	4262.9357872115	-2189.0000000000	
27	4315.7515627401	-2205.0000000000	
28	4340.8747528616	-2169.0000000000	

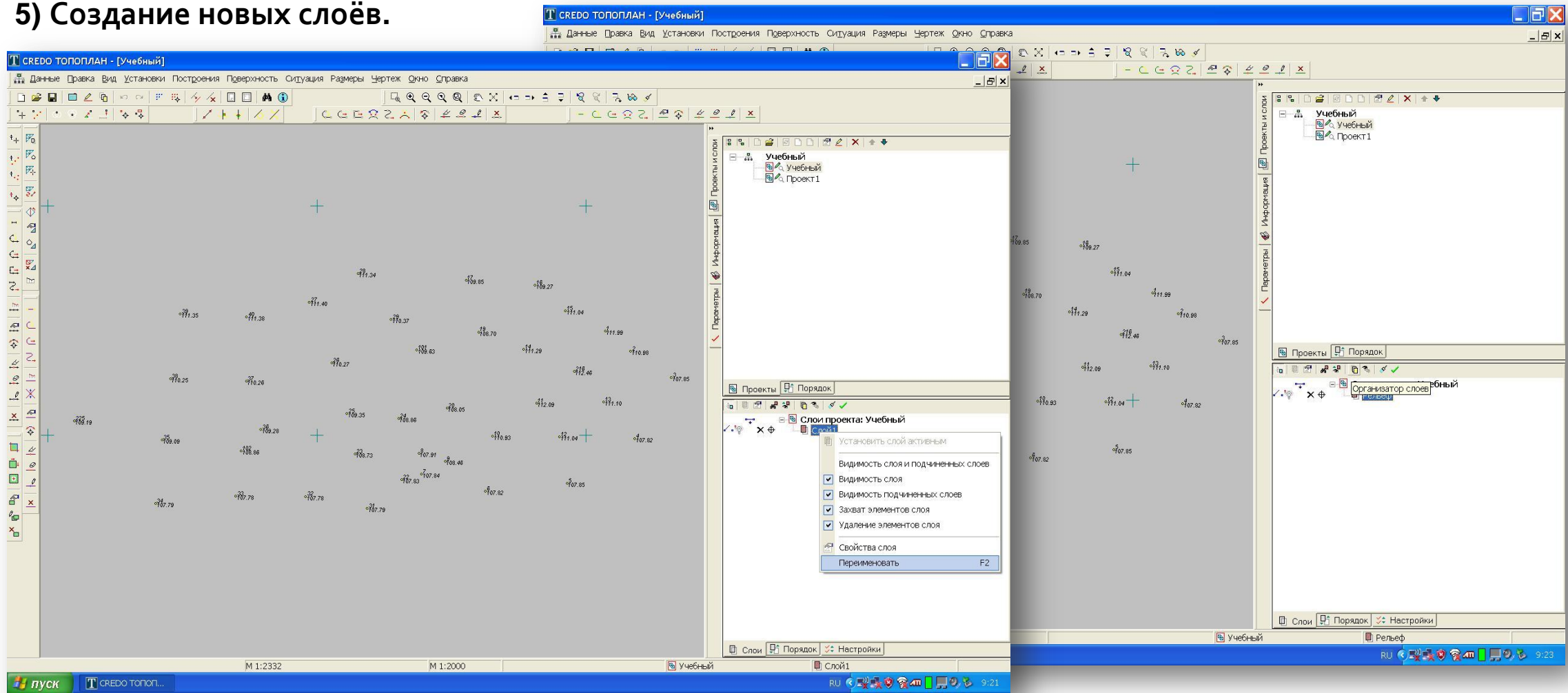
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

4) Выбор масштаба плана.



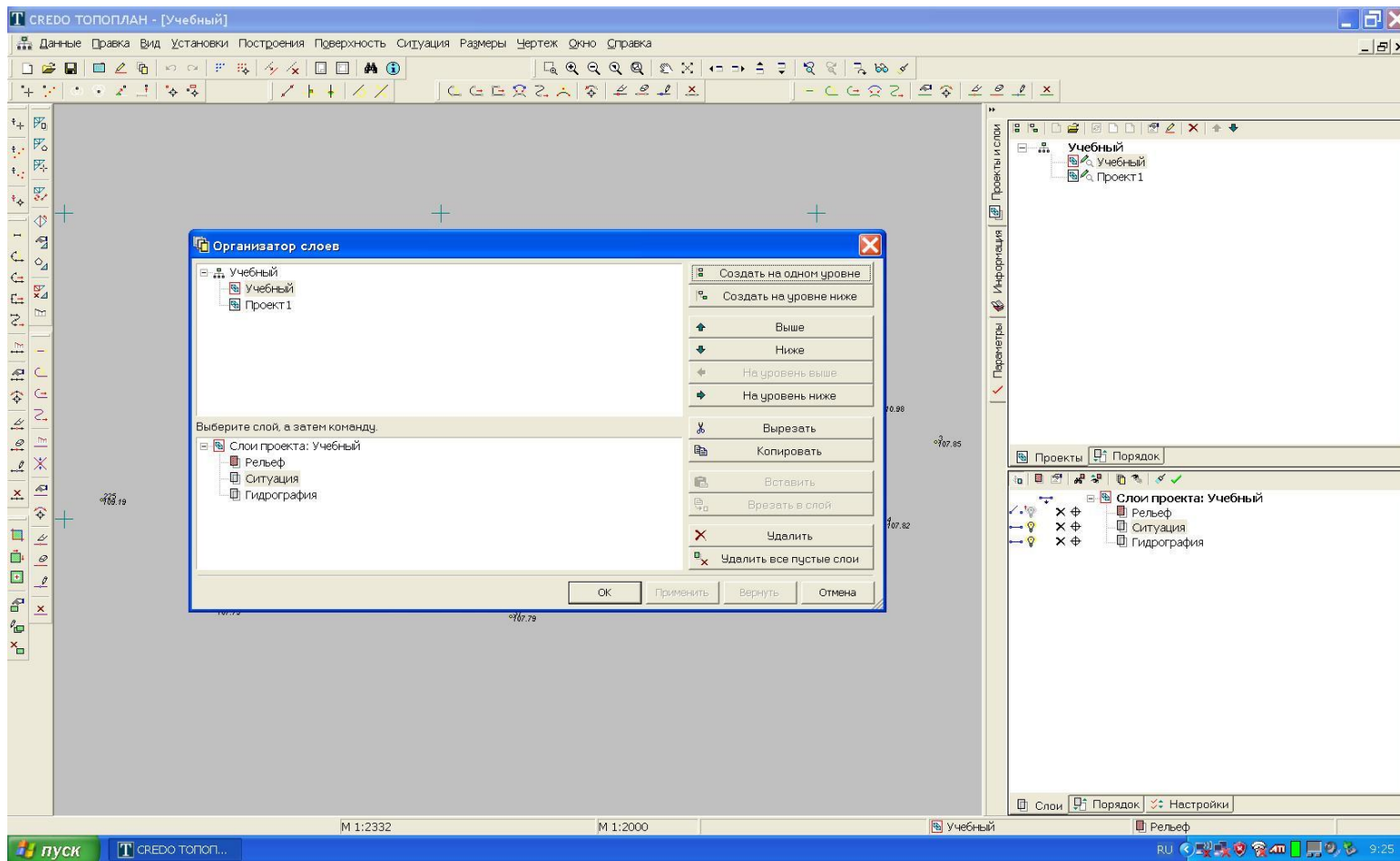
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

5) Создание новых слоёв.



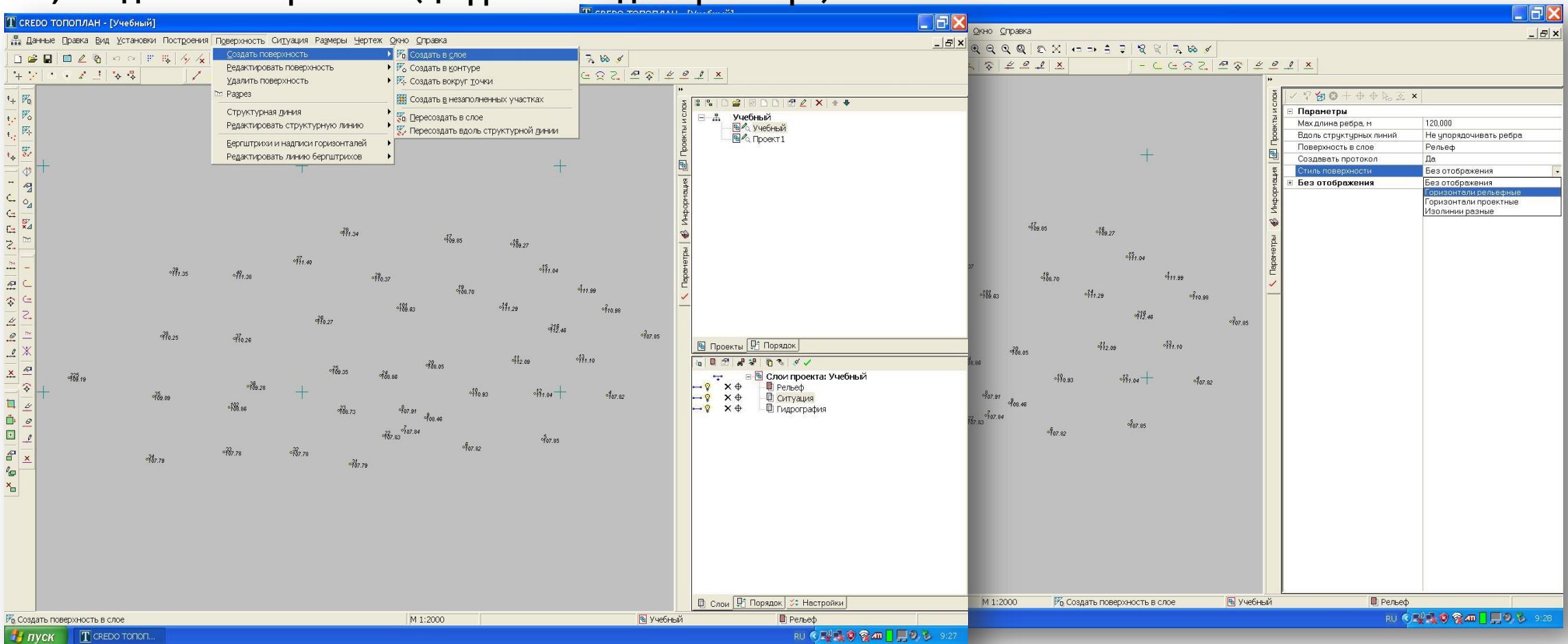
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

5) Создание новых слоёв.



ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

б) Создание поверхности (цифровой модели рельефа).



ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

6) Создание поверхности (цифровой модели рельефа).

The screenshot displays the CREDO TOPOPLAN software interface in a multi-window view. The main window shows a grid of elevation points (e.g., 111.35, 111.28, 111.40) on a light gray background. A secondary window shows a detailed view of the resulting surface model, represented by a network of green lines connecting the points. A third window displays the software's parameter settings.

Параметры

Мак длина ребра, м	120.000
Вдоль структурных линий	Не упорядочивать ребра
Поверхность в слое	Рельеф
Создавать протокол	Да
Стиль поверхности	Горизонтали рельефные

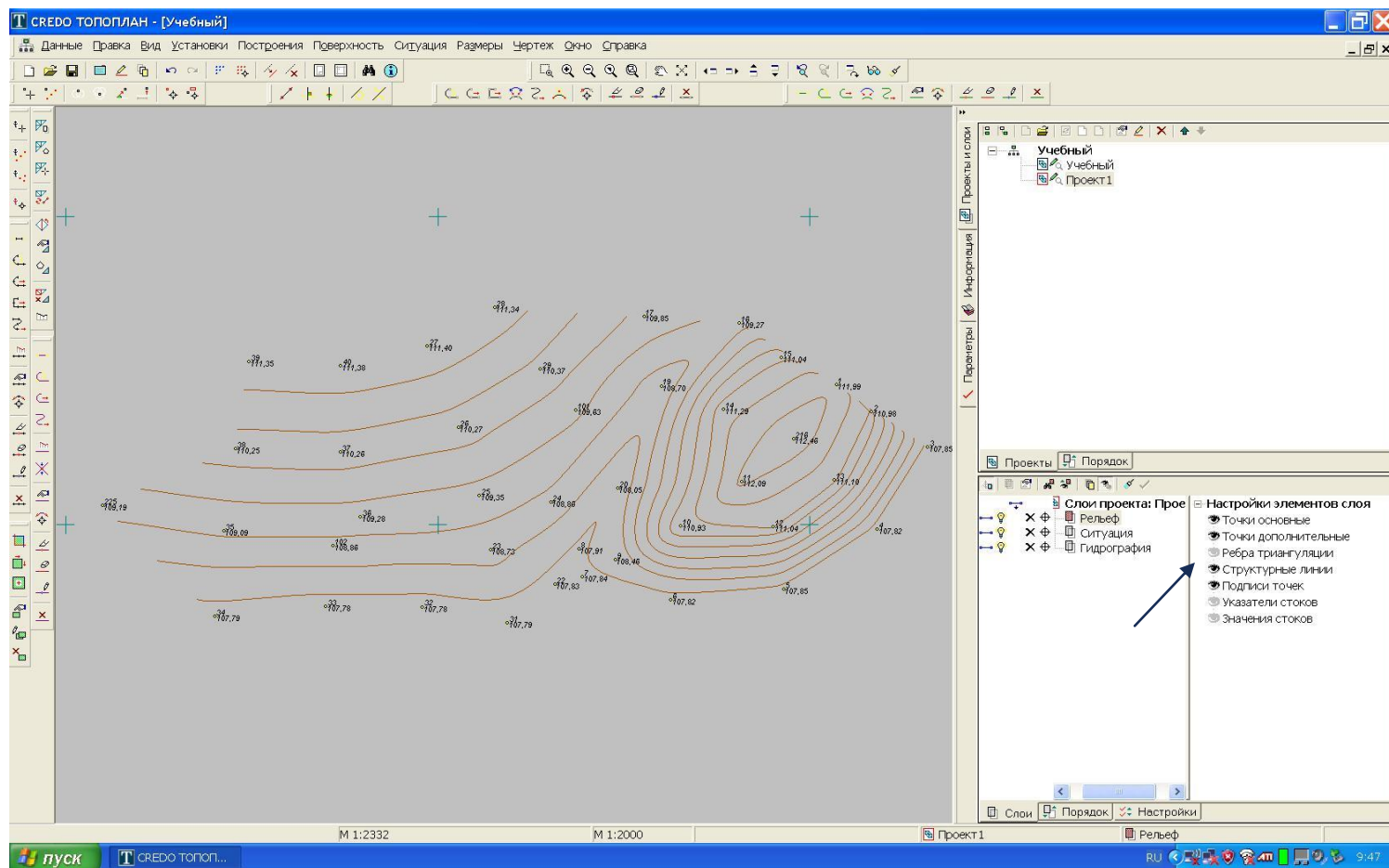
Горизонтали рельефные

Вид	Аппроксимационные
Шаг основных горизонталей, м	0.500
Кратность утолщения	5
Шаг утолщенных горизонталей	2.500
Дополнительные горизонтали	Не отображать
Вспомогательные горизонтали	Не отображать

М 1:2000 Создать поверхность в слое Рельеф Проект1

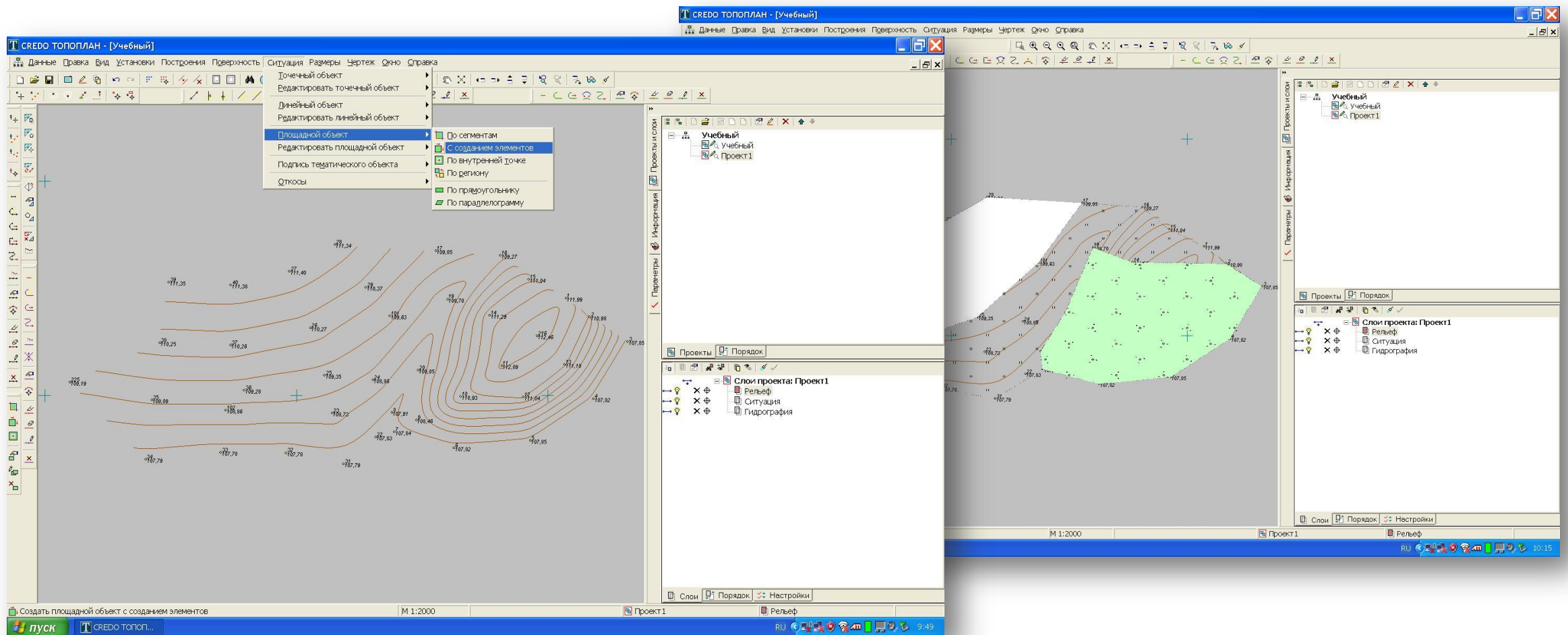
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

б) Создание поверхности (цифровой модели рельефа).



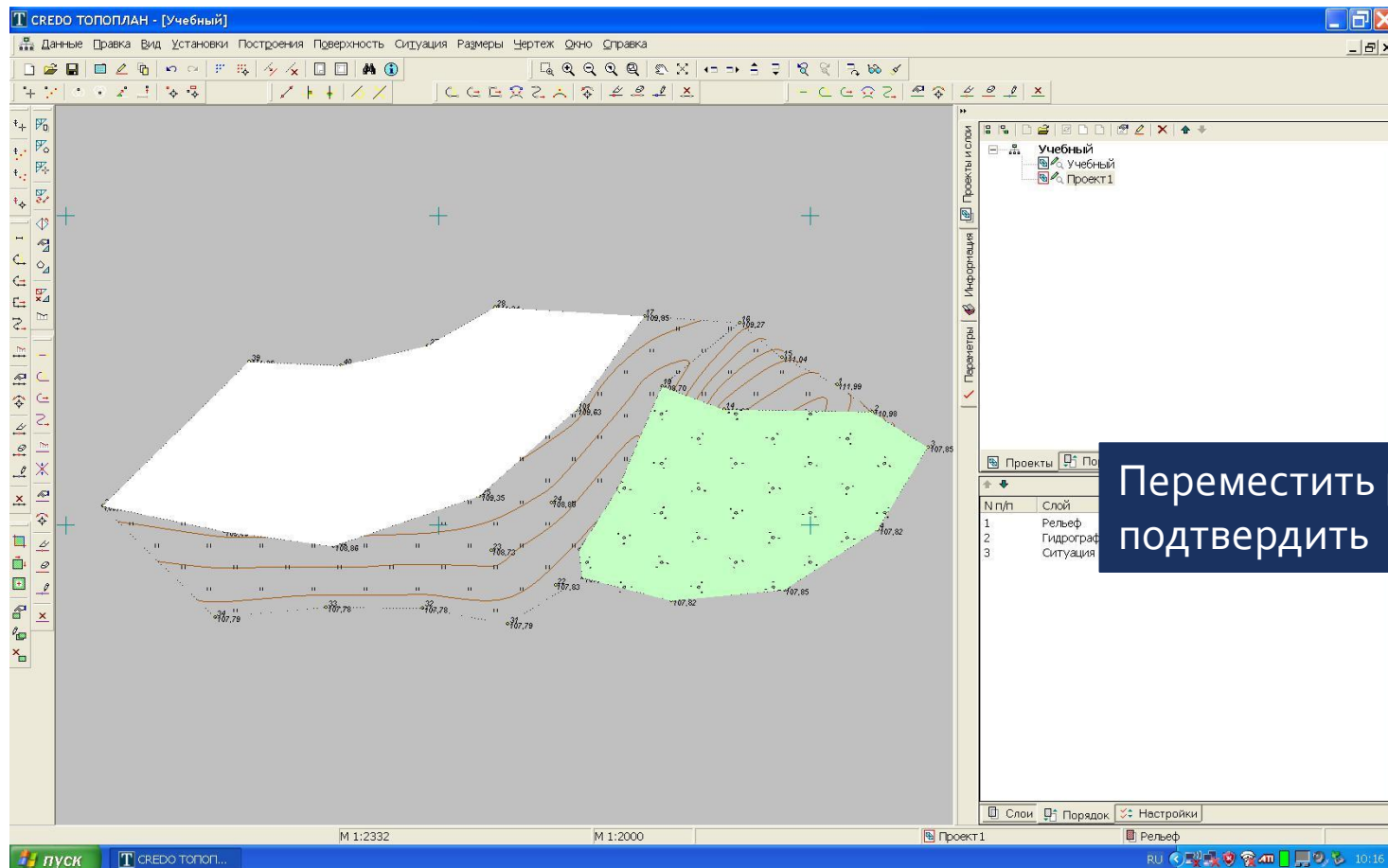
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

7) Создание ситуации (цифровой модели ситуации).



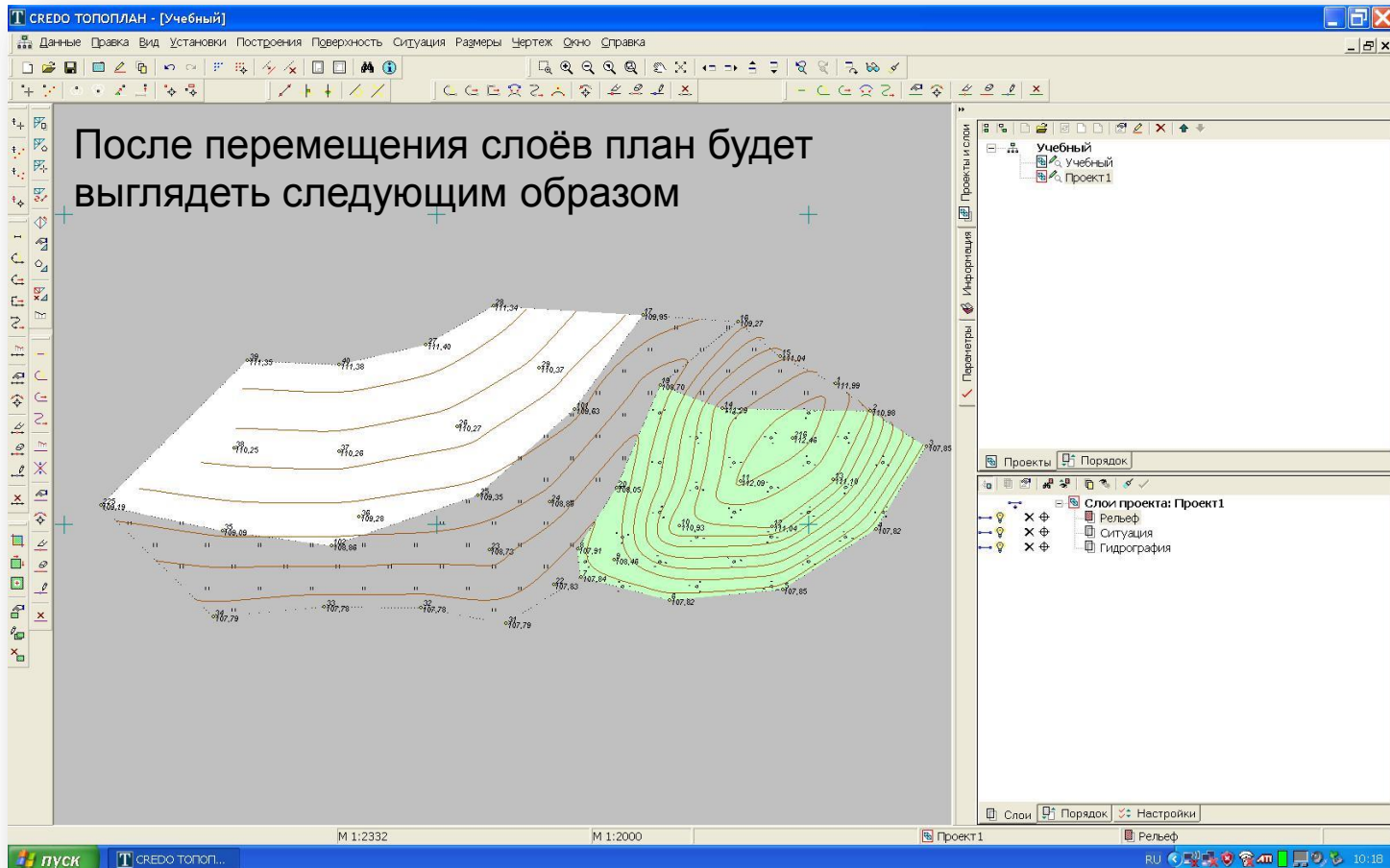
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

7) Создание ситуации (цифровой модели ситуации).



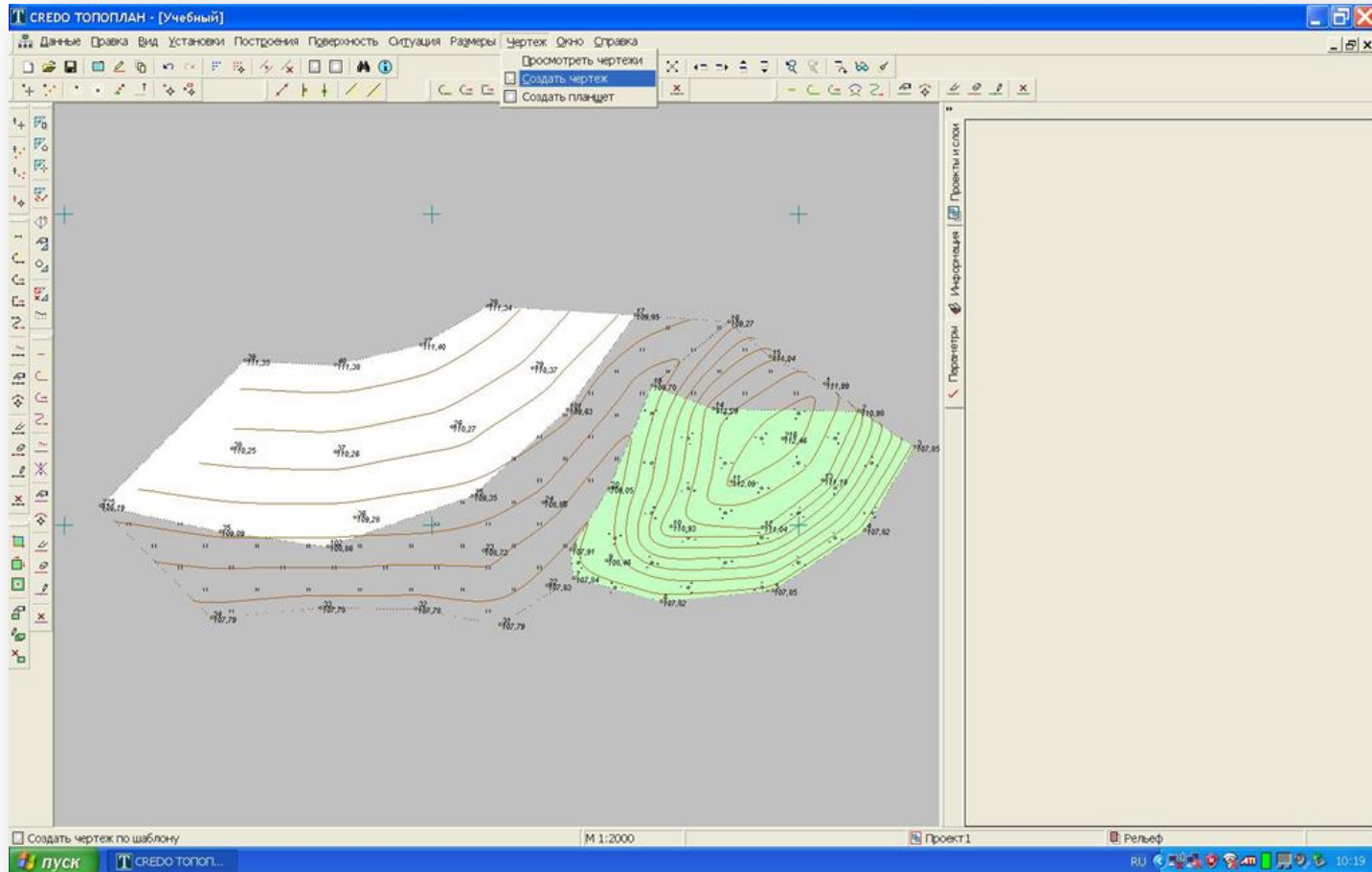
ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

7) Создание ситуации (цифровой модели ситуации).

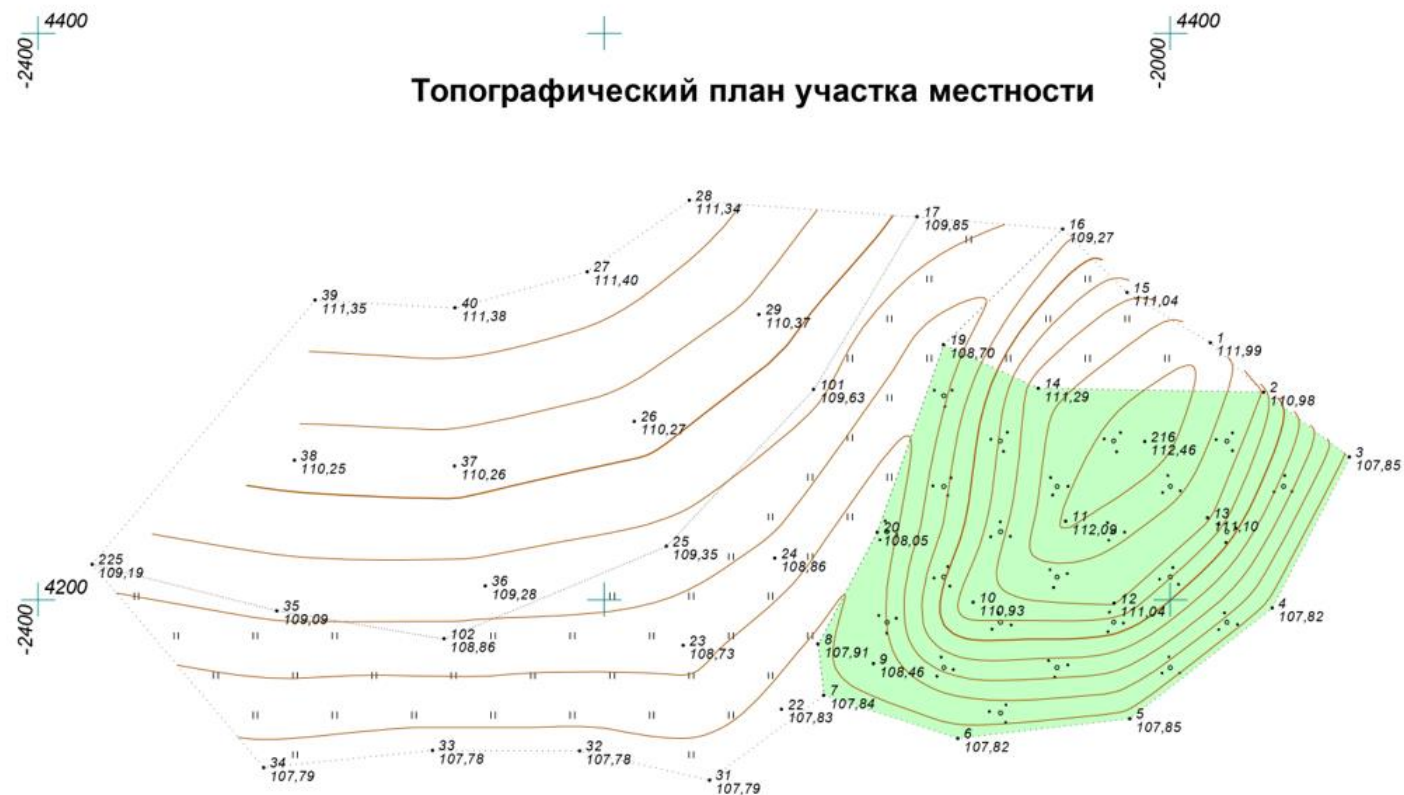


ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»

8) Построение плана



ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА В ПРОГРАММЕ «CREDO ТОПОПЛАН»



1:2000

В 1 сантиметре 20 метров

Система высот Балтийская

Сплошные горизонталы проведены через 0,5 метра

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем состоит процесс автоматизации топографо-геодезических измерений?
2. Что такое электронный тахеометр?
3. Перечислите основные части электронного тахеометра?
4. Какие режимы возможны в работе электронного тахеометра?
5. Каково назначение «Проекта» в электронном тахеометре и с какой целью применяется «Проект по умолчанию»?
6. Какие возможны режимы обмена данными между внутренней памятью прибора и подключаемой USB картой памяти?
7. Перечислите основные этапы построения топографического плана в программе «CREDO ТОПОПЛАН»

